ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
Τμήμα Γεωγραφίας

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΑ ΒΑΘΟΥΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΝΕΑΠΟΛΗΣ – ΜΑΛΕΑ (Ν. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ)

Πτυχιακή εργασία του Λεωνίδα Τσούκαλα
Επιβλέπων καθηγητής: Ευθύμιος Καρύμπαλης

Καλλιθέα, Σεπτέμβριος 2016

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα ... 1
Πρόλογος ... 3
Περίληψη ... 4
Abstract ... 5
Λέξεις κλειδιά: ... 6
Keywords: ... 6
1. Εισαγωγή ... 7
1.1. Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης ... 7
1.2. Δημογραφικά χαρακτηριστικά ... 13
1.3. Οικονομική διάρθρωση ... 15
1.4. Κλίμα ... 19
1.4.1. Χαρακτηριστικά του κλίματος της Ελλάδας ... 19
1.4.2. Κλίμα περιοχής μελέτης ... 19
1.4.3. Θερμοκρασία αέρα ... 20
1.4.4. Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα ... 22
2. Μεθοδολογία ... 24
3. Γεωλογία – Λιθολογία – Τεκτονική ... 28
3.1. Γεωλογική ιστορία ... 28
3.2. Γεωλογία Πελοποννήσου ... 29
3.3. Νεογενείς σχηματισμοί της Πελοποννήσου ... 31
3.4. Γεωλογία περιοχής μελέτης ... 31
3.5. Ρήγματα και σεισμικότητα στην περιοχή μελέτης ... 35
3.6. Γεωτεκτονική θέση της περιοχής μελέτης ... 39
4. Γεωμορφολογία ... 42
4.1. Γενικά ... 42
4.2. Ρήγματα ... 43
4.3. Αναβαθμίδες ... 45
4.3.1. Γενικά ... 45
4.3.2. Ποτάμιες αναβαθμίδες ... 46
4.3.3. Θαλάσσιες αναβαθμίδες ... 47
4.3.4. Θαλάσσιες αναβαθμίδες Νεάπολης – Μαλέα ... 50
4.4. Υδρογραφικά δίκτυα ... 54
4.4.1. Γενικά ... 54

4.4.2. Υδρογραφικά δίκτυα της περιοχής μελέτης 56
5. Επιμήκεις τομές 58
5.1. Γενικά 58
5.2. Επιμήκεις τομές των υδρογραφικών δικτύων της ευρύτερης περιοχής της Νεάπολης και του Μαλέα 58
5.2.1. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 1 59
5.2.2. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 2 61
5.2.3. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 3 63
5.2.4. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 4 64
5.2.5. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 5 65
5.3. Γενικές παρατηρήσεις των επιμήκων τομών 66
6. Εγκάρσιες τοπογραφικές τομές (προφίλ) κοιλάδων 67
6.1. Γενικά 67
6.2. Εγκάρσιες τοπογραφικές τομές των κοιλάδων της ευρύτερης περιοχής της Νεάπολης και του Μαλέα 67
6.2.1. Τοπογραφική τομή 1 69
6.2.2. Τοπογραφική τομή 2 70
6.2.3. Τοπογραφική τομή 3 71
6.2.4. Τοπογραφική τομή 4 72
6.2.5. Τοπογραφική τομή 5 73
6.2.6. Τοπογραφική τομή 6 74
6.2.7. Τοπογραφική τομή 7 75
6.2.8. Τοπογραφική τομή 8 76
6.2.9. Τοπογραφική τομή 9 77
6.2.10. Τοπογραφική τομή 10 78
6.2.11. Τοπογραφική τομή 11 80
6.2.12. Τοπογραφική τομή 12 81
6.2.13. Τοπογραφική τομή 13 82
6.2.14. Τοπογραφική τομή 14 83
6.2.15. Τοπογραφική τομή 15 84
6.2.16. Τοπογραφική τομή 16 85
6.2.17. Τοπογραφική τομή 17 86
7. Συμπεράσματα 90
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 92

Πρόλογος

Την παρούσα εργασία με τίτλο «Εκτίμηση κατά βάθους διάβρωσης στην περιοχή Νεάπολης – Μαλέα (Ν. Πελοπόννησος)», μου ανέθεσε ο κύριος Ευθύμιος Καρύμπαλης, αναπληρωτής καθηγητής του Τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου, τον Μάιο του 2016. Ως στόχο έχει να εκτιμηθεί η κατά βάθος διάβρωση κατά μήκος χειμάρρων στην ευρύτερη περιοχή της Νεάπολης και της χερσονήσου του Μαλέα στην νοτιοανατολική Πελοπόννησο, και εκπονήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.

Από τη θέση αυτή, θα ήθελα ολόθερμα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα κύριο Ευθύμιο Καρύμπαλη ο οποίος μου εμπιστεύθηκε την εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Χωρίς την απαραίτητα πολύτιμη βοήθεια του, την καθοδήγηση και τις παρατηρήσεις του, που σαν στόχο είχαν τη βελτίωση μου καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής της έρευνάς μου, δεν θα ήταν ολοκληρωμένη αυτή η εργασία.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή κύριο Ισαάκ Παρχαρίδη και τον Επίκουρο Καθηγητή κύριο Πέτρο Κατσαφάδο, οι οποίοι αποτελούν τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής.

Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω, την κυρία Νέλλη Βαλκάνου, γεωλόγο MSc, η οποία μου παρείχε ψηφιακό υλικό αναγκαίο για την εκπόνηση της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ ολοψύχως την οικογένεια μου, για την ψυχολογική υποστήριξη, αλλά και τις πολύτιμες συμβουλές που μου παρείχε μέσα στο πέρασμα του χρόνου. Η παρούσα εργασία αφιερώνεται σε αυτούς.

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, μελετώνται πέντε μικροί σχετικά μήκους κεντρικής κοίτης υδρογραφικά δίκτυα που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή της Νεάπολης και της χερσονήσου του Μαλέα στην νοτιοανατολική Πελοπόννησο. Τα δίκτυα αυτά, εμφανίζουν παράλληλη διάταξη μεταξύ τους και διέρχονται από εννέα καλά ανεπτυγμένες ανυψωμένες θαλάσσιες αναβαθμίδες, που σχηματίστηκαν στα μεσοπαγετώδη στάδια του Πλειστόκαινου.

Για την γεωμορφολογική μελέτη των δικτύων, κατασκευάστηκε λεπτομερές ψηφιακό μοντέλο εδάφους της περιοχής (5x5m), το οποίο προέκυψε από την ψηφιοποίηση τοπογραφικών διαγραμμάτων κλίμακας 1:5.000, ενώ παράλληλα σχεδιάστηκαν και αναλύθηκαν οι επιμήκεις τομές των κεντρικών τους κοιτών. Επιπλέον σχεδιάστηκαν εγκάρσιες τοπογραφικές τομές των κοιλάδων σε επιλεγμένες θέσεις εμφάνισης των θαλάσσιων αναβαθμίδων και εκτιμήθηκαν η κατά βάθος διάβρωση τους και τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά με την χρήση του δείκτη μορφής κοιλάδων (Vf).

Ο δείκτης μορφής κοιλάδων (Vf) στην περιοχή μελέτης παρουσίασε μέγιστη τιμή 13,9 και ελάχιστη 0,38 και αντίστοιχα ο ρυθμός κατά βάθους διάβρωσης παρουσίασε μέγιστη τιμή 0,19 mm/yr τα τελευταία 100.000 χρόνια και ελάχιστη 0,06 mm/yr τα τελευταία 240.000 χρόνια επίσης.

Από τη σύνθεση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν συμπεραίνεται ότι σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των δικτύων έπαιξε η διεργασία της οπισθοδρομούσας διάβρωσης, η λιθολογία των γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην περιοχή και οι μεταβολές του βασικού επιπέδου είτε λόγω ευστατισμού, είτε λόγω τεκτονισμού, είτε λόγω συνδυασμού και των δύο. Οι κοιλάδες που έχουν αναπτυχθεί στις ανώτερες αναβαθμίδες είναι καλύτερα διαμορφωμένες κυρίως λόγω του μεγαλύτερου διαστήματος που είχαν στη διάθεση τους για να δράσουν οι ποτάμιες διεργασίες.

Abstract

In this dissertation five drainage networks with main channels of relatively small length are investigated. These drainage networks are drain the broader Neapolis - Maleas region in southwestern Peloponnese. The main channels of these drainage systems have almost parallel flow directions and pass through nine well developed marine terraces which have been formed during the sea-level highstands of Late Pleistocene. For the geomorphological study of the drainage networks a detailed (with a resolution of 5X5 m) digital elevation model of the area was produced after the digitization of topographic diagrams at the scale of 1:5000. Additionally, the longitudinal profiles of the main channels have been created and analyzed. For the purposes of the study cross-valley topographic profiles have been constructed at selected location where the main channels cut through the inner edges of the marine terraces and the long term fluvial incision rates have been estimated. Furthermore, the valey floor to valley width ratio (Vf) has been calculated in an attempt to investigate the shape of the valleys. Vf vales range between 0.38 and 13.9 while long term stream incision rate values range between 0.19 mm/yr (for the last 100000 years) and 0.06 mm/yr (for the last 240000 years). The results of the analysis led to the conclusion that the process of headward erosion played an important role in the configuration of the drainage networks. The lithology of the geological formations of the study area along with fluctuations of the base level due to eustatism or/and tectonic activity are two important factors for the evolution of the drainage networks. The valleys which have been created at the upper (and older) marine terraces are well developed mainly due to the longer time period available for the fluvial processes to act.

Λέξεις κλειδιά:

Γεωμορφολογία, μορφοτεκτονική ανάλυση, μορφομετρικοί δείκτες, δείκτης μορφής κοιλάδων (Vf), κατά βάθος διάβρωση, επιμήκεις τομές, εγκάρσιες τομές, τοπογραφικές τομές, ρήγμα, Νεάπολη, ακρωτήρι Μαλέα, αναβαθμίδα

Keywords:

Geomorphology, morphotectonic analysis, morphometric indices, valley width to height ratio (Vf), erosion, longitudinal profiles, transverse profiles, topographical profiles, fault, Neapolis, Cape Malea, terrace

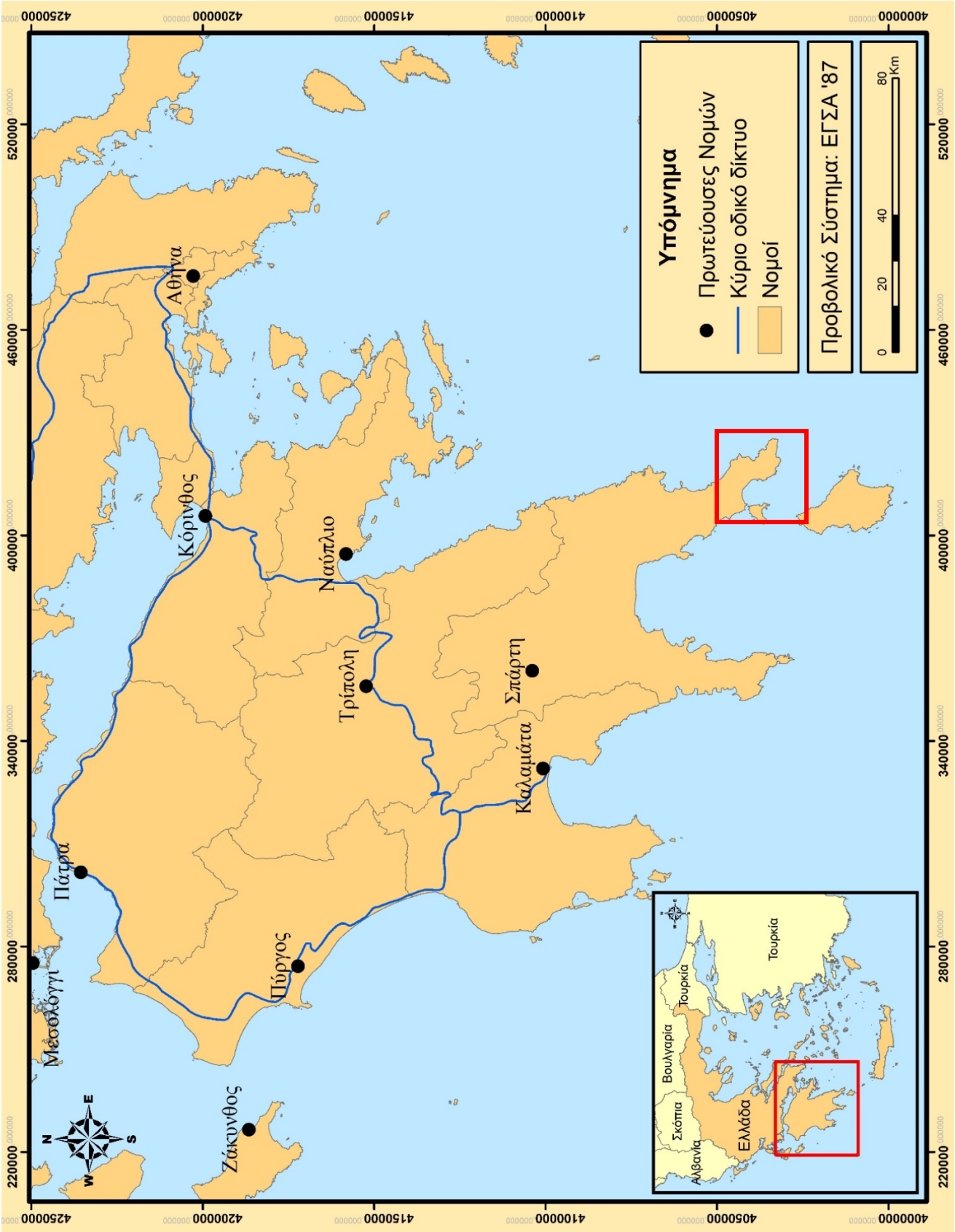
1. Εισαγωγή

1.1. Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης, η ευρύτερη περιοχή της Νεάπολης και της χερσονήσου του Μαλέα, ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Πελοποννήσου. Η Πελοπόννησος, είναι η μεγαλύτερη χερσόνησος της Ελλάδας, και είναι ένα από τα εννέα γεωγραφικά της διαμερίσματα. Βρίσκεται στα νότια του ηπειρωτικού τμήματος της χώρας αποτελώντας το νοτιότερο χερσαίο άκρο της Ευρώπης και συνδέεται με τη Στερεά Ελλάδα μέσω μιας στενής λωρίδας γης, του Ισθμού της Κορίνθου, στον οποίο το 1893 κατασκευάστηκε η ομώνυμη διώρυγα, μετατρέποντάς την ουσιαστικά σε νησί. Η Πελοπόννησος διαιρείται διοικητικά σε επτά νομούς (Αχαΐα, Ηλεία, Μεσσηνία, Αρκαδία, Λακωνία, Αργολίδα και Κορινθία, με ένα μικρό τμήμα της να υπάγεται στο νομό Αττικής) και από το 1986 σε δύο περιφέρειες, τη Δυτικής Ελλάδας και την περιφέρεια Πελοποννήσου (και ένα μικρό τμήμα αντίστοιχα, στην Περιφέρεια Αττικής). Έχει έκταση 21.649 τετρ. χλμ. (περίπου το 16,4% της επικράτειας) και πληθυσμό 1.086.935 κατοίκους (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2011).

Η Πελοπόννησος, αποτελεί ιστορική κοιτίδα του ελληνισμού και κατοικείται από τα προϊστορικά χρόνια. Σε αυτήν αναπτύχθηκε ο Μυκηναϊκός Πολιτισμός και κατοίκησαν και τα τρία κυριότερα ελληνικά φύλα (Αχαιοί, Ίωνες και Δωριείς). Στην Πελοπόννησο βρίσκονταν ορισμένες από τις σπουδαιότερες αρχαίες ελληνικές πόλεις-κράτη, όπως η Σπάρτη, η Κόρινθος και το Άργος. Αποτέλεσε θέατρο των περισσότερων πολεμικών συγκρούσεων που έλαβαν χώρα στον ελληνικό χώρο με κορυφαία παραδείγματα τον Πελοποννησιακό Πόλεμο και την Ελληνική Επανάσταση, ενώ γνώρισε διάφορους κατακτητές όπως Ρωμαίους, Φράγκους, Οθωμανούς κ.ά. Μεγαλύτερη πόλη της Πελοποννήσου είναι η Πάτρα με δεύτερη κατά σειρά πόλη την Καλαμάτα.

Το ανάγλυφο της Πελοποννήσου είναι κυρίως ορεινό και απότομο. Στα βόρεια τρεις ορεινοί όγκοι, ο Ερύμανθος, ο Χελμός και η Ζήρεια (Κυλλήνη) υψώνονται πάνω από τα 2.000 μέτρα. Στην κεντρική Πελοπόννησο κυριαρχεί το Μαίναλο. Νότια του Μαινάλου και μετά το οροπέδιο της Ασέας εκτείνεται η οροσειρά του Πάρνωνα που τελειώνει στο ακρωτήριο Ιέραξ. Νοτιότερα του Πάρνωνα εκτείνεται η οροσειρά της Κριθίνας που καταλήγει στο Ακρωτήριο Μαλέας. Νότια της Μεγαλόπολης και δυτικά του Πάρνωνα εκτείνεται το ψηλότερο βουνό της Πελοποννήσου, ο Ταΰγετος (2.407 μ.) και καταλήγει στο ακρωτήριο Ταίναρο.



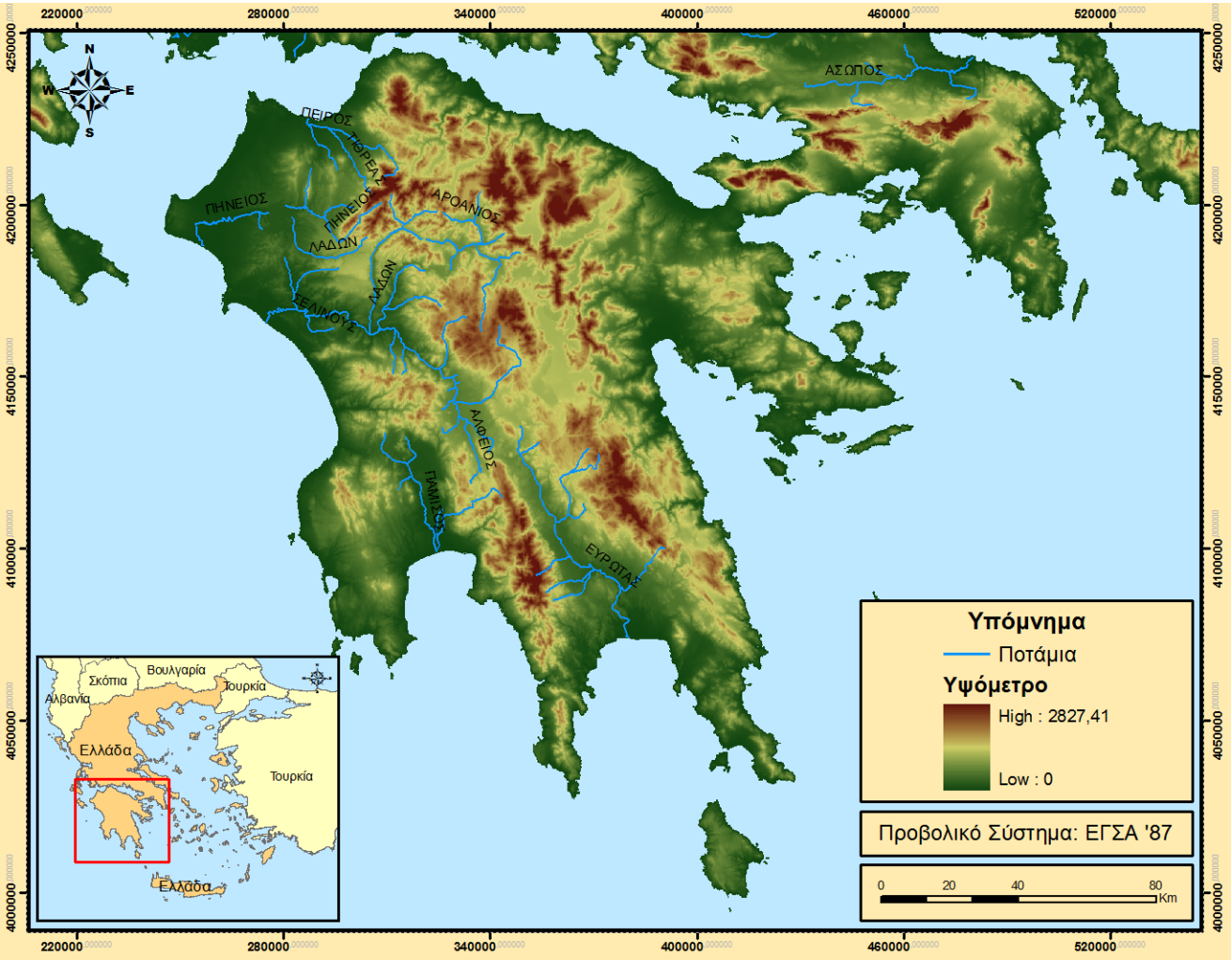
Χάρτης 1. Περιοχή μελέτης.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το κλίμα της Πελοποννήσου είναι γενικά μεσογειακό ή ξηρού θέρους υποτροπικό. Το μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από θερμό και παρατεταμένης ξηρασίας καλοκαίρι και ήπιο, βροχερό χειμώνα. Παρόλα αυτά, ο χειμώνας είναι συχνά δριμύς, κυρίως στις ορεινές περιοχές. Εμφανής είναι η διαφοροποίηση, ως προς το κλίμα, μεταξύ δυτικής, κεντρικής και ανατολικής Πελοποννήσου. Στις παραθαλάσσιες και πεδινές περιοχές της δυτικής Πελοποννήσου επικρατεί το θαλάσσιο μεσογειακό κλίμα με έντονες βροχοπτώσεις που κυμαίνονται από τα 800 έως τα 1.600 χιλιοστά ανά έτος. Στο κεντρικό τμήμα το κλίμα εξελίσσεται σε ορεινό, έντονα ψυχρό, με παγετούς και χιόνια κατά τους χειμερινούς μήνες. Στα ανατολικά, οι βροχοπτώσεις περιορίζονται στα 400 περίπου χιλιοστά, ενώ στα βορειοανατολικά το κλίμα χαρακτηρίζεται ημίξηρο. Τέλος, οι δυτικές και νοτιοδυτικές περιοχές ανήκουν στον υγρό κλιματικό τύπο και οι κεντρικές ορεινές περιοχές στον πολύ υγρό (WWF Ελλάς, 2012).

Οι κυριότερες πεδιάδες της Πελοποννήσου βρίσκονται στο δυτικό τμήμα της, και είναι η πεδιάδα της Αχαΐας και η πεδιάδα της Μανωλάδας. Οι δύο μαζί αποτελούν την πεδιάδα της Ηλείας. Στα δυτικά των βουνών της Κυπαρισσίας απλώνεται η στενή παραλιακή πεδιάδα της Κυπαρισσίας-Γαργαλιάνων. Τέλος στο νοτιοδυτικό τμήμα της Πελοποννήσου εκτείνεται η πεδιάδα της Μεσσηνίας. Στην ανατολική Πελοπόννησο υπάρχουν, στο βόρειο μέρος η Αργολική πεδιάδα, η οποία απλώνεται ως την πεδιάδα του Κρανιδίου και στο νότιο τμήμα η πεδιάδα του Έλους, η οποία προς τα βόρεια συνεχίζεται με την κοιλάδα του Ευρώτα και προς τα νότια με τις παραλιακές πεδιάδες Ασωπού και Νεάπολης Βοιών. Στα βόρεια της Πελοποννήσου υπάρχει μια στενή παραλιακή πεδιάδα, η οποία φέρει διάφορες τοπικές ονομασίες, όπως πεδιάδα της Βόχας, του Αιγίου, Σικυώνιο Πεδίο κλπ.

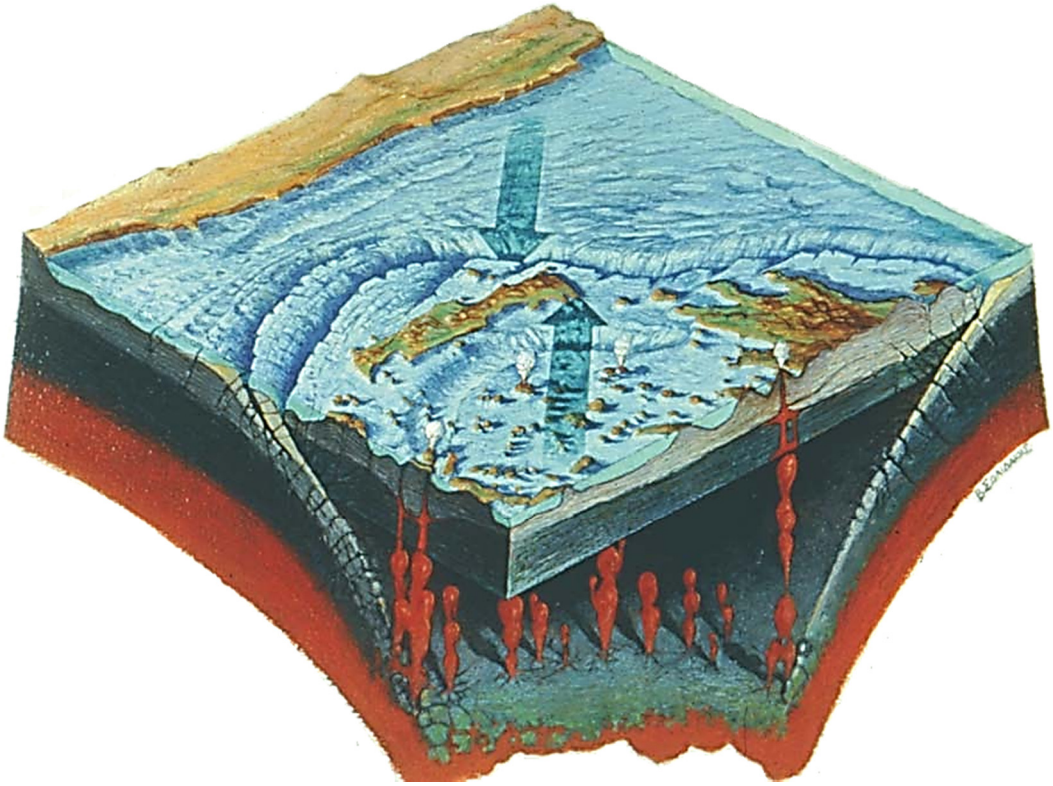
Οι κυριότεροι ποταμοί της Πελοποννήσου είναι οι εξής: Ο Αλφειός που είναι το μεγαλύτερο ποτάμι της Πελοποννήσου. Πηγάζει από τα οροπέδια Ασέας και Μεγαλόπολης, δέχεται νερά από παραποτάμους και χύνεται στον κόλπο της Κυπαρισσίας. Ο Ευρώτας που πηγάζει από το οροπέδιο της Μεγαλόπολης, δέχεται τα νερά του Ταΰγετου και του Πάρνωνα και χύνεται στο Λακωνικό κόλπο. Ο Γλαύκος, που πηγάζει από το Παναχαϊκό όρος και χύνεται στον Πατραϊκό κόλπο. Ο Πηνειός της Ηλείας, ο οποίος πηγάζει από τα όρη Ερύμανθος και Λάμπεια και χύνεται στον κόλπο της Κυλλήνης. Η Νέδα, το μοναδικό ποτάμι στην Ελλάδα με θηλυκό όνομα, χύνεται στον κόλπο της Κυπαρισσίας. Ο Νέδων που πηγάζει από τον Ταΰγετο και χύνεται στον Μεσσηνιακό κόλπο. Ο Βελίκας που πηγάζει από

τα βουνά της Κυπαρισσίας και χύνεται στον Μεσσηνιακό κόλπο. Οι ποταμοί Τάνος, Κεφαλάρι και Ίναχος που πηγάζουν από τα βουνά Λύρκειο και Τραχύ, απορρέουν στον Αργολικό κόλπο. Εκτός των ποταμών υπάρχουν και αρκετοί χείμαρροι, όπως ο Σύθος, ο Δερβένιος, ο Κρειός, ο Βουραϊκός, ο Κερυνίτης, ο Ασωπός, ο Σελινούντας, ο Γκούρας, ο Φοίνικας κα. Από τους χειμάρρους ο Ασωπός και ο Σελινούντας θεωρούνται ποταμοί. Αξιόλογες λίμνες δεν υπάρχουν στην Πελοπόννησο. Υπάρχουσες σήμερα λίμνες είναι η Τάκα, η Στυμφαλία, η τεχνητή λίμνη του Λάδωνα που δημιουργήθηκε με την κατασκευή των υδροηλεκτρικών έργων και η λίμνη Δόξα μία τεχνητή λίμνη σε υψόμετρο 900 μέτρων. Οι ακτές της Ηλείας, χαρακτηρίζονται από αρκετές λιμνοθάλασσες και γενικά στην περιοχή αυτή τα νερά της θάλασσας είναι πολύ ρηχά. Οι κυριότερες λιμνοθάλασσες της Πελοποννήσου είναι της Αγουλινίτσας, της Μουριάς, του Καϊάφα, και στο Κοτύχι. Στο εσωτερικό της Πελοποννήσου, τα ορεινά συγκροτήματα σχηματίζουν δύο μεγάλα λεκανοπέδια, της Τρίπολης και της Μεγαλόπολης.



Χάρτης 2. Γεωφυσικός χάρτης Πελοποννήσου.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η οικονομία της Πελοποννήσου βασιζόταν παραδοσιακά αποκλειστικά σχεδόν στη γεωργία και την κτηνοτροφία. Βιομηχανία παρουσιάστηκε κυρίως στις περιοχές Πατρών και Αιγίου, που ήταν από οικονομική άποψη οι πιο δραστήριες (μηχανουργεία, βαμβακονηματουργεία, εργοστάσια χαρτιού, κρασιών, ελαστικών, ελαιουργεία, σταφιδεργοστάσια). Από την άποψη της γεωργίας επικρατεί η καλλιέργεια των δημητριακών, των αμπελιών (για σταφίδες και κρασί), της συκιάς, της ελιάς, του ρυζιού, του βαμβακιού. Επίσης καλλιεργείται καπνός, γεώμηλα, κηπευτικά κι αρκετά εσπεριδοειδή. Αρκετά αναπτυγμένη είναι η εκτροφή προβάτων. Επίσης η αγελαδοτροφία, η πτηνοτροφία και η μελισσοκομία είναι αρκετά διαδεδομένες. Η αλιεία, στις παραλιακές περιοχές και ιδιαίτερα στην Πάτρα, όπου συγκεντρώνεται, έχει αρκετά αποφασιστική συμβολή στην οικονομία του τόπου, κάνει επίσης και εξαγωγές. Επίσης για τον ίδιο σκοπό χρησιμοποιούνται και οι λιμνοθάλασσες.



Εικόνα 1. Στερεογραφικό σκαρίφημα που δείχνει τη βύθιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από Ευρασιατικό περιθώριο στο χώρο του Νοτίου Αιγαίου.
Πηγή: J. Angelier 1979

Η Πελοπόννησος είναι μια τεκτονικά ενεργή περιοχή και βρίσκεται κοντά στο όριο της Ευρασιατικής τεκτονικής πλάκας με αυτήν της Αφρικανικής, η οποία βυθίζεται κάτω από την πρώτη (Α. Αλεξούλη – Λειβαδίτη, 2008). Αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι η παρουσία πολλών ορεινών όγκων με το υψόμετρό τους να υπερβαίνει τα 2.000 m, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, καθώς και η παρουσία αρκετών ρηγμάτων που δίδουν

πολλούς ισχυρούς σεισμούς, αρκετές φορές καταστρεπτικούς. Γενικά διακρίνονται οι εξής σεισμικές περιοχές: τα δυτικά παράλια της Πελοποννήσου και ιδιαίτερα η δυτική ακτή της Μεσσηνίας, η περιοχή της Κορινθίας και η περιοχή της Αργολίδας, καθώς κι η κεντρική Πελοπόννησος (Αρκαδία). Καταστρεπτικοί σεισμοί έγιναν το 464 π.Χ. στον Ευρώτα και τον Ταΰγετο, το 373 π.Χ. (καταποντισμός της αρχαίας Ελίκης, καταστροφή των Βούρων), το 1817 και 1861 στο Αίγιο, το 1928 στην Κόρινθο, το 1947 στην Πυλία, το 1986 στην Καλαμάτα (Α. Αβραμέα, Η. Αναγνωστάκης, Β. Κόντη, κ.ά., 2000).

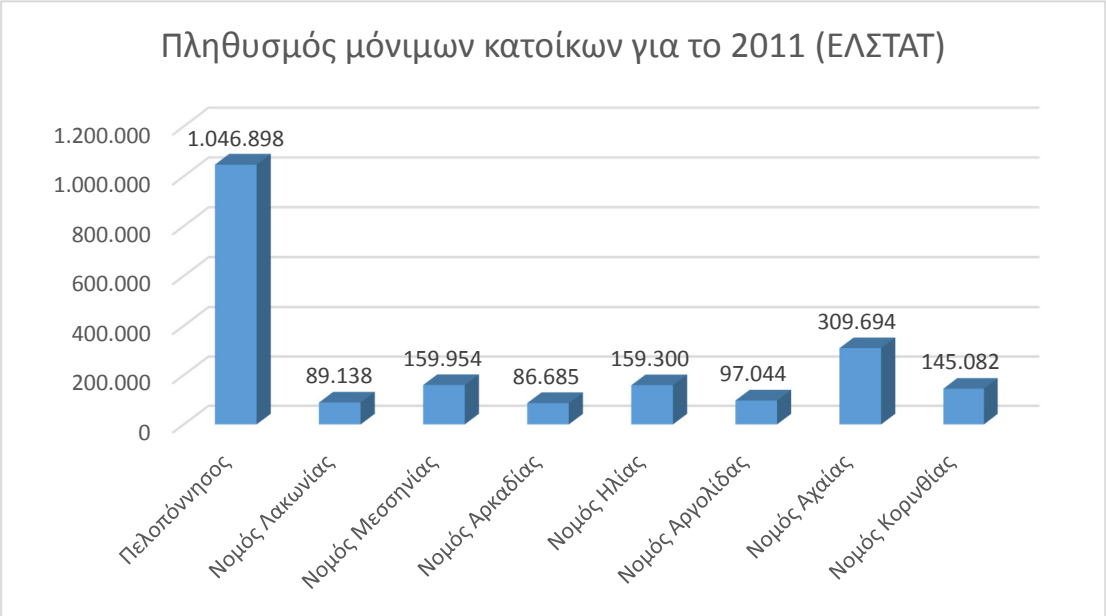
Θα ήταν παράλειψη στην περιγραφή των τεκτονικών χαρακτηριστικών της περιοχής, αν δεν γίνει αναφορά στην βόρεια Πελοπόννησο και τον Κορινθιακό Κόλπο. Πολλοί ερευνητές, διαφόρων ειδικοτήτων, από ελληνικά, ευρωπαϊκά και αμερικανικά ερευνητικά ιδρύματα και πανεπιστήμια ασχολήθηκαν με την μελέτη των γεωλογικών διεργασιών στον Κορινθιακό Κόλπο τα τελευταία 20-25 χρόνια και ιδιαίτερα μετά τον καταστροφικό σεισμό του Αιγίου το 1995. Το γεγονός αυτό μόνο τυχαίο δεν είναι, αφού ο Κορινθιακός Κόλπος είναι μία από τις πιο σεισμικές περιοχές, με ενεργά ρήγματα, μεγάλες κατακόρυφες και οριζόντιες παραμορφώσεις, χερσαίες και υποθαλάσσιες κατολισθήσεις, τσουνάμι κλπ. (Δ. Σακελλαρίου & Β. Λυκούσης).

Η Κορινθιακή τάφρος, αποτελεί ένα ευρύ τεκτονικό βύθισμα το οποίο αναπτύσσεται επί ηπειρωτικού φλοιού μπροστά από το ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου, με υψηλούς ρυθμούς απομάκρυνσης, μεταξύ των δυο τεμαχών - της Πελοποννήσου και της Στερεάς Ελλάδας - σε μια περιοχή που χαρακτηρίζεται ως μία από τις περισσότερο ενεργές περιοχές διαστολής, παγκοσμίως (Παπαζάχος & Κομνηνάκης, 1971; McKenzie, 1972, 1978; Μακρής, 1976; Mercier et al. 1977; Le-Pichon & Angelier, 1981; Angelier et al. 1982; Δούτσος et al., 1988; Jackson & McKenzie, 1988). Από μελέτες που έχουν γίνει γνωρίζουμε πλέον ότι οι δύο ακτές του Κόλπου (της Πελοποννήσου και της Στερεάς Ελλάδας) απομακρύνονται η μία από την άλλη με ρυθμό 1-1,5 μέτρο στα 1000 χρόνια. Ταυτόχρονα, η Βόρεια Πελοπόννησος ανυψώνεται με ρυθμό 1-1,3 μέτρα στα 1000 χρόνια ενώ οι ακτές της Στερεάς Ελλάδας βυθίζονται με τον ίδιο περίπου ρυθμό (Δ. Σακελλαρίου & Β. Λυκούσης).

1.2. Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Η Πελοπόννησος, αποτελείται από τις περιφερειακές ενότητες (νομούς) Αρκαδίας, Αργολίδας, Αχαΐας, Ηλείας, Κορινθίας, Λακωνίας και Μεσσηνίας. Διοικητικά υπάγεται στην Αποκεντρωμένη Διοίκηση Πελοποννήσου - Δυτικής Ελλάδας και Ιονίου. Η περιοχή μελέτης ανήκει στην περιφερειακή ενότητα (νομό) Λακωνίας, και περιλαμβάνει τους εξής δήμους: Ανατολικής Μάνης, Ελαφονήσου, Ευρώτα, Μονεμβασιάς και Σπάρτης. Διοικητικά ανήκει στο Δήμο Μονεμβασιάς.

Η περιφερειακή ενότητα (νομός) Λακωνίας, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, είναι ο νοτιότερος νομός της Πελοποννήσου και της ηπειρωτικής Ελλάδας. Σύμφωνα με την τελευταία τακτική απογραφή του πληθυσμού για το έτος 2011, η οποία γίνεται ανά δεκαετία από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), ο πληθυσμός της Λακωνίας ανέρχεται σε 89.138 μόνιμους κατοίκους, ενώ σύμφωνα με την προηγούμενη απογραφή, για το έτος 2001, οι μόνιμοι κάτοικοι του Νομού Λακωνίας ανέρχονταν σε 92.811. Η σημαντική μείωση του πληθυσμού κατά 3.573 κατοίκους (ή 3,8%) σε διάστημα 10 ετών, αποδίδεται στην βελτίωση των υποδομών μεταφορών (αυτοκινητόδρομος Κόρινθος – Τρίπολη). Η βελτίωση αυτή φαίνεται να λειτούργησε καταλυτικά για την δημιουργία ρεύματος «φυγής» του πληθυσμού από την απομακρυσμένη από το μητροπολιτικό κέντρο της



Διάγραμμα 1. Μόνιμος Πληθυσμός της Πελοποννήσου και των νομών της για το έτος 2011.
Πηγή: Επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων από την ΕΛΣΤΑΤ.

Αττικής και σχετικά απομονωμένη από τα εθνικά δίκτυα μεταφορών Λακωνία. Για την ίδια περίοδο (2001-2011) τόσο στο γεωγραφικό διαμέρισμα Πελοποννήσου όσο και στο σύνολο της χώρας παρατηρείται μείωση του

μόνιμου πληθυσμού. Ειδικότερα, το γεωγραφικό διαμέρισμα Πελοποννήσου, παρουσιάζει μείωση του μόνιμου πληθυσμού του σε ποσοστό -4,8% ποσοστό κατά πολύ μεγαλύτερο από αυτό της χώρας (-1,3%). Σημειώνεται ότι, σύμφωνα με τις συνολικές πληθυσμιακές τάσεις στη χώρα, μια από τις αιτίες μείωσης του πληθυσμού εντοπίζεται στη μείωση του πληθυσμού των αλλοδαπών που διαμένουν στις Περιφέρειες της χώρας, εξαιτίας της οικονομικής κρίσης.

Σε ότι αφορά την περιοχή μελέτης παρατηρείται ότι η πόλη των Μολάων συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού που ανέρχεται σε 3.021 κατοίκους, με τη Νεάπολη Βοιών (2.727) και τα Παπαδιάνικα (1.739) να είναι οι αμέσως μεγαλύτεροι οικισμοί εντός του Δήμου Μονεμβασιάς.

Δημοτική Ενότητα	Πληθυσμός
Ασωπού	3.840
Βοιών	7.703
Ζάρακα	1.378
Μολάων	4.980
Μονεμβασιάς	4.041

Πίνακας 1. Μόνιμος Πληθυσμός των Δημοτικών Ενοτήτων του Δήμου Μονεμβασίας για το έτος 2001. Πηγή: Επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων από την ΕΛΣΤΑΤ.

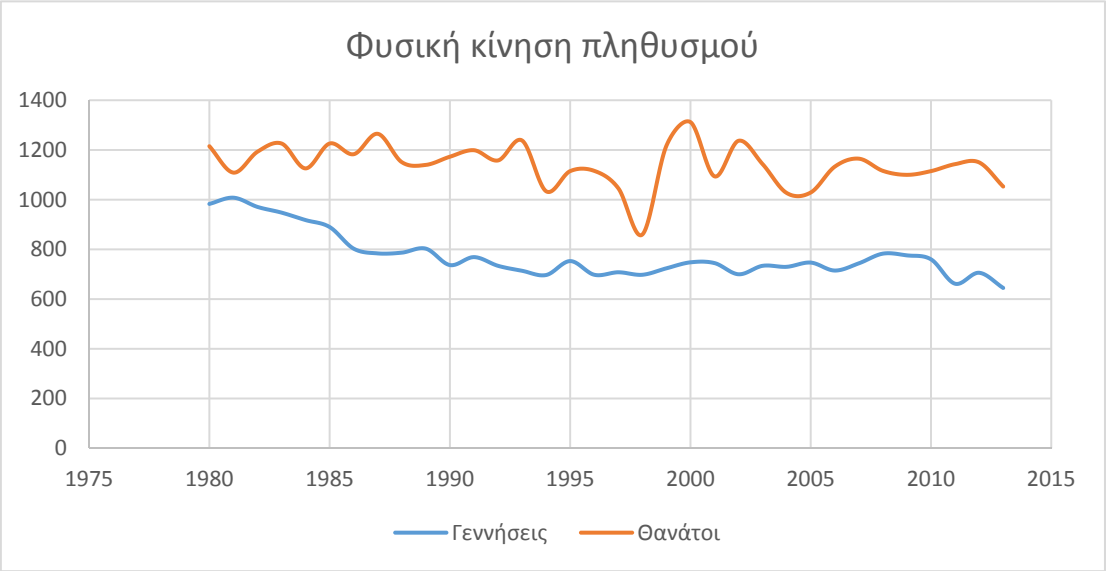
Σε επίπεδο δημοτικών ενοτήτων παρατηρείται ότι η δημοτική ενότητα Βοιών, συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού με 7.703 κατοίκους, ακολουθούν η δημοτική ενότητα Μολάων με 4.980, η δημοτική ενότητα Μονεμβασιάς με 4.041, η δημοτική ενότητα Ασωπού με 3.840 και η δημοτική ενότητα Ζάρακα με 1.378 (Πίνακας 1).

Η Περιφερειακή Ενότητα Λακωνίας, με έκταση 3.636 km^2 και σύμφωνα με τα στοιχεία απογραφής του 2011 της ΕΛΣΤΑΤ, παρουσιάζει πληθυσμιακή πυκνότητα 24,64 κάτ./km^2, η οποία είναι υποτετραπλάσια της χώρας (37,57 κάτ./km^2) και αποτελεί την 8η χαμηλότερη πυκνότητα πληθυσμού μεταξύ των 73 Περιφερειακών Ενοτήτων της χώρας κατατάσσοντας την Λακωνία στις ιδιαίτερα αραιοκατοικημένες περιοχές της χώρας.

Ο αριθμός των κατοίκων της περιφερειακής ενότητας (νομού) Λακωνίας, διακρίνεται σε αστικό και αγροτικό. Ο αγροτικός πληθυσμός αγγίζει τους 60.104 (ή 64,8%) κατοίκους, ενώ ο αστικός τους 32.707 (ή 35,2%) κατοίκους (Απογραφή 2001, ΕΛΣΤΑΤ). Συνεπώς το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού ασχολείται με τον αγροτικό τομέα παραγωγής.

Όσον αφορά τον αριθμό γεννήσεων και των θανάτων, μελετώντας το θέμα διαχρονικά, παρατηρείται ότι το φυσικό ισοζύγιο τα τελευταία 33 έτη

είναι καθ' όλα αρνητικό, σε αντίθεση με το σύνολο της χώρας, εξέλιξη που επηρεάζει αρνητικά και τον δείκτη γήρανσης του πληθυσμού της. Η μετανάστευση στην Περιφερειακή Ενότητα Λακωνίας, υπολογιζόμενη από το αλγεβρικό άθροισμα της φυσικής κίνησης και της συνολικής μεταβολής της δεκαετίας (φαινόμενη μετανάστευση), παρουσιάζει θετικό πρόσημο, καθιστώντας την Λακωνία ελκυστική σε «μεταναστευτικές» ροές.



Διάγραμμα 3. Γεννήσεις - Θάνατοι στον Νομό Λακωνίας για την περίοδο 1980 - 2013 (ΕΛΣΤΑΤ). Πηγή: Επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων από την ΕΛΣΤΑΤ.

1.3. Οικονομική διάρθρωση

Σύμφωνα με την απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ για το έτος 2011, η οποία θεωρεί ως χρόνο εκκίνησης των οικονομικά ενεργών κατοίκων το 15ο έτος ηλικίας, ο Οικονομικά Ενεργός Πληθυσμός της περιφερειακής ενότητας (νομού) Λακωνίας ανέρχεται στα 55.177 άτομα, ενώ ο Οικονομικά Μη Ενεργός στα 33.961. Σε ότι αφορά τον Οικονομικά Ενεργό Πληθυσμό στο σύνολο της χώρας, η Λακωνία συγκεντρώνει μόλις το 0,7%, ενώ ο Οικονομικά Μη Ενεργός αντιστοιχεί στο 0,9% του συνόλου της χώρας.

Για την περιοχή μελέτης και τον δήμο Μονεμβασιάς, η δημοτική ενότητα Βοιών, συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μέρος του Οικονομικά Ενεργού Πληθυσμού, αφού ανέρχεται στα 4.697 άτομα, ακολουθούν η δημοτική ενότητα Μολάων με 3.046, η δημοτική ενότητα Μονεμβασιάς με 2.404, η δημοτική ενότητα Ασωπού με 2.258 και η δημοτική ενότητα Ζάρακα με 731. Ο Οικονομικά Μη Ενεργός Πληθυσμός στη δημοτική ενότητα Βοιών ανέρχεται σε 3.008 άτομα και ακολουθούν η δημοτική ενότητα Μολάων με 1.935, η δημοτική ενότητα Μονεμβασιάς με 1.637, η δημοτική ενότητα Ασωπού με 1.581 και η δημοτική ενότητα Ζάρακα με 647 άτομα.

Δημοτική Ενότητα	Οικονομικά Ενεργός Πληθυσμός	Οικονομικά Μη Ενεργός Πληθυσμός	Σύνολο
Ασωπού	2.258	1.581	3.839
Βοιών	4.697	3.008	7.705
Ζάρακα	731	647	1.378
Μολάων	3.046	1.935	4.981
Μονεμβασιάς	2.404	1.637	4.041

Πίνακας 2. Οικονομική διάρθρωση του πληθυσμού των δημ. ενοτήτων του δήμου Μονεμβασιάς. Πηγή: Επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων από την ΕΛΣΤΑΤ.

Όπως ήδη αναφέρθηκε χαρακτηριστικό της μορφολογίας της Πελοποννήσου είναι οι μεγάλοι ορεινοί της όγκοι (50,1% της έκτασης), οι οποίοι καταλαμβάνουν το κεντρικό της τμήμα, ενώ μόνο το 19,9% αυτής είναι πεδινό (και το 30% ημιορεινό), κυρίως στις παραθαλάσσιες περιοχές όπου σχηματίζονται αρκετές πεδιάδες. Ωστόσο, παρά το μικρό ποσοστό των πεδινών εκτάσεων, η Πελοπόννησος διαθέτει μερικές από τις πιο εύφορες περιοχές της χώρας, όπως ο Αργολικός κάμπος και ο κάμπος της Κορινθίας καθώς και ο κάμπος της Ηλείας. Ως αποτέλεσμα των ανωτέρω, ο πρωτογενής τομέας της Πελοποννήσου διατηρεί ένα πολύ σημαντικό μέγεθος της οικονομικής ζωής.

Η οικονομία της περιφερειακής ενότητας (νομού) Λακωνίας εξαρτάται σημαντικά από τη γεωργία, όπου απασχολείται σημαντικό τμήμα του εργατικού δυναμικού (36.884 άτομα σύμφωνα με στοιχεία του 2000). Σημαντικές διαφορές παρουσιάζουν μεταξύ τους οι περιφέρειες του νομού Λακωνίας ως προς το είδος των καλλιεργειών, το ύψος της απόδοσης και κυρίως το επίπεδο του εισοδήματος. Βασικά διακρίνονται τρεις περιοχές: η περιοχή της κοιλάδας και των εκβολών του Ευρώτα, που είναι η πιο εύφορη, η ορεινή περιοχή του Πάρνωνα και η ορεινή περιοχή του Ταΰγετου.

Σε ολόκληρη την περιφερειακή ενότητα (νομό) Λακωνίας επικρατεί η καλλιέργεια της ελιάς (καλύπτει περισσότερο από το μισό των συνολικά καλλιεργούμενων εκτάσεων), όμως το μεγαλύτερο μέρος της ελαιοπαραγωγής συγκεντρώνεται στην κοιλάδα των εκβολών του Ευρώτα, η οποία έχει επίσης τη μεγαλύτερη αναλογία πεδινών και αρδευόμενων εκτάσεων και σχεδόν το σύνολο της παραγωγής εσπεριδοειδών, λαχανικών, βαμβακιού, ρυζιού κλπ. Στην περιοχή αυτή, που παρουσίασε μικρότερη μείωση πληθυσμού από άλλες, είναι συγκεντρωμένος σχεδόν ο μισός πληθυσμός του νομού και η πλειοψηφία του εργατικού δυναμικού απασχολείται στη γεωργία. Στη Σπάρτη, πρωτεύουσα του νομού, είναι συγκεντρωμένες οι

περισσότερες βιομηχανίες επεξεργασίας των γεωργικών προϊόντων της περιοχής.

Η ορεινή περιοχή του Ταΰγετου συγκεντρώνει το ένα τρίτο του πληθυσμού του νομού Λακωνίας. Η συντριπτική πλειοψηφία του ενεργού πληθυσμού απασχολείται στη γεωργία. Και εκεί επικρατεί η καλλιέργεια της ελιάς αλλά είναι ανεπτυγμένη και η κτηνοτροφία, όπως επίσης και στην κοιλάδα των εκβολών του Ευρώτα. Στον Πάρνωνα και στον Ταΰγετο γίνεται εκμετάλλευση του δασικού πλούτου, με αξιόλογη παραγωγή στρογγυλής ξυλείας, κυρίως πεύκου. Παράγονται επίσης σε σημαντικές ποσότητες σύκα, κρεμμύδια, χαρούπια, αραχίδες κ.ά.

Στα ανατολικά του νότιου τμήματος της ορεινής περιοχής του Ταΰγετου, της οποίας η έκταση είναι μικρότερη από το ένα δέκατο της έκτασης ολόκληρου του νομού, περίπου ο μισός πληθυσμός, που παρουσίασε μεγάλη μείωση τα τελευταία χρόνια, είναι συγκεντρωμένος στο Γύθειο (4.489 κάτ.). Εξαγωγικό λιμάνι των προϊόντων του νομού Λακωνίας, το Γύθειο διαμορφώθηκε σε εμπορικό και σε αστικό κέντρο, όταν οι μεταφορές και οι συγκοινωνίες διεξάγονταν κυρίως από τη θάλασσα. Σήμερα βασίζεται κυρίως στην αγροτική οικονομία της περιοχής, στην οποία επικρατεί η καλλιέργεια της ελιάς.

Στα δυτικά του νότιου τμήματος του ορεινού Ταΰγετου, η πιο μικρή σε έκταση, η πιο φτωχή και η πιο αραιοκατοικημένη περιοχή του νομού Λακωνίας, βασίζεται αποκλειστικά στην καλλιέργεια της ελιάς, με χαμηλή απόδοση αλλά καλή ποιότητα.

Ένας άλλος οικονομικός πόρος του νομού Λακωνίας είναι ο εσωτερικός και ο εξωτερικός τουρισμός, που προσελκύουν τα πλούσια φυσικά, ιστορικά και καλλιτεχνικά αξιοθέατα που περιλαμβάνει στο έδαφος της η Λακωνία: Γεράκι, Μάνη, Μιστράς Μονεμβασία, Σπάρτη κ.ά.

Όσον αφορά την ανεργία, ραγδαία υπήρξε η τάση αύξησης του ποσοστού ανεργίας στην Πελοπόννησο μετά το 2008, ως αποτέλεσμα της παρατεταμένης ύφεσης που μαστίζει τη χώρα. Μάλιστα με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία της Έρευνας Δυναμικού της ΕΛΣΤΑΤ, παρουσιάζεται έκρηξη του ποσοστού ανεργίας από το 2010 και ύστερα, με αποκορύφωμα το 2014. Οι ρυθμοί αύξησης του επιπέδου ανεργίας στην Πελοπόννησο είναι χαμηλότεροι της χώρας, αποτέλεσμα του ούτως ή άλλως χαμηλού επιπέδου του οικονομικά ενεργού πληθυσμού της Περιφέρειας. Το ποσο-

στό ανεργίας του εργατικού δυναμικού της Πελοποννήσου το 2015 ανέρχεται στο 22,3%, ποσοστό χαμηλότερο από εκείνο στο επίπεδο της χώρας (24,9%). Τα στοιχεία παρουσιάζονται στο Διάγραμμα που ακολουθεί.

Διάγραμμα 5. Ποσοστό ανεργίας στο σύνολο του ενεργού οικονομικά πληθυσμού για τα έτη 2010-2015. Πηγή: Επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων από την Eurostat.

Όπως φαίνεται και από το παραπάνω διάγραμμα, το ποσοστό ανεργίας στη Πελοπόννησο ακολουθεί διαχρονικά τις τάσεις της χώρας, εντούτοις παραμένει σε όλη την εξεταζόμενη Περίοδο σε σαφώς χαμηλότερα επίπεδα, παραπλήσια με αυτά που επικρατούν στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

1.4. Κλίμα

1.4.1. Χαρακτηριστικά του κλίματος της Ελλάδας

Η Ελλάδα αποτελεί μια περιοχή με πολλές διαφοροποιήσεις στα κλιματικά της χαρακτηριστικά, εξαιτίας τόσο των φυσικογεωγραφικών, όσο και των δυναμικών παραγόντων. Οι κυριότεροι παράγοντες διαμόρφωσης του κλίματος της χώρας είναι η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται η περιοχή, η θερμοκρασία του αέρα που διαμορφώνεται από τον ήλιο κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, η ατμοσφαιρική πίεση, ο άνεμος, η υγρασία, η ηλιοφάνεια, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, η μορφολογία του αναγλύφου, η απόσταση από τη θάλασσα και το υψόμετρο (Κ. Παυλόπουλος, 1997).

Η Ελλάδα ανήκει στο Μεσογειακό κλίμα, το οποίο χαρακτηρίζεται από ξηρά και θερμά καλοκαίρια και ήπιους και βροχερούς χειμώνες. Ο χειμώνας πολλές φορές είναι δριμύς σε όλη τη διάρκεια ή κατά περιόδους. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού οι παραλιακές περιοχές είναι δροσερότερες από τις εσωτερικές εξαιτίας της ύπαρξης θαλάσσιων αυρών και ψυχρών θαλάσσιων ρευμάτων που επικρατούν κατά μήκος των ακτών. Η άνοιξη στα Μεσογειακά κλίματα είναι μια κλιματικά ασταθής μεταβατική περίοδος με εναλλαγή χαρακτηριστικών χειμώνα και θέρους, ενώ το φθινόπωρο είναι μικρής διάρκειας και συνήθως η έλευση του χειμώνα είναι απότομη (Π. Μαχαίρας, Χ. Μπαλαφούτης, 1997).

Οι θερμοκρασιακές συνθήκες μεταβάλλονται από τις ακτές προς το εσωτερικό. Οι παράκτιες περιοχές παρουσιάζουν μικρότερες θερινές και μεγαλύτερες χειμερινές θερμοκρασίες και συνεπώς μικρότερο ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος από τις αντίστοιχες εσωτερικές ηπειρωτικές περιοχές. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι μεγαλύτερο στις ορεινές περιοχές του Μεσογειακού κλίματος χωρίς όμως αυτό να επηρεάζει τη θερινή ξηρασία. Η θερινή βροχόπτωση στο Μεσογειακό κλίμα είναι μηδαμινή ή ανεπαρκής (Π. Μαχαίρας, Χ. Μπαλαφούτης, 1997).

1.4.2. Κλίμα περιοχής μελέτης

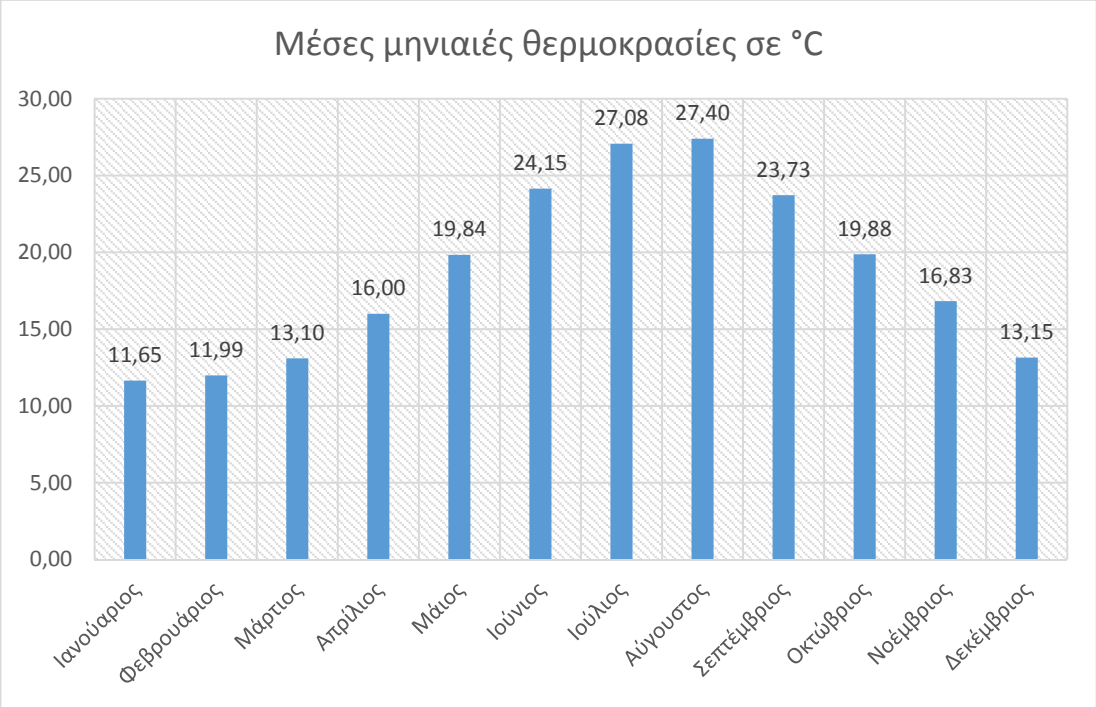
Στα πλαίσια της μελέτης των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής της Νεάπολης – Μαλέα, κρίθηκε σκόπιμη η αναφορά στα κλιματολογικά χαρακτηριστικά της Λακωνίας και κυρίως της περιοχής που μελετήθηκε, δεδομένου ότι το κλίμα αποτελεί σημαντικό παράγοντα διαμόρφωσης και εξέλιξης των υδρογραφικών δικτύων. Επιπλέον, η βροχόπτωση διαδραμα-

τίζει σημαντικό ρόλο στο φαινόμενο της ποτάμιας διάβρωσης τόσο της οπισθοδρομούσας, όσο και της κατά βάθους, που αποτελεί αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Το κλίμα της περιοχής μελέτης είναι γενικά μεσογειακό ή ξηρού θέρους υποτροπικό. Το μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από θερμό και παρατεταμένης ξηρασίας καλοκαίρι και ήπιο, βροχερό χειμώνα. Παρόλα αυτά, ο χειμώνας είναι συχνά δριμύς, κυρίως στις ορεινές περιοχές. Στις παραθαλάσσιες και πεδινές περιοχές επικρατεί το θαλάσσιο μεσογειακό κλίμα. Οι ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες βοήθησαν αρκετά στην οικονομική ανάπτυξη της περιοχής, με την ανάπτυξη της γεωργίας και της κτηνοτροφίας που αποτελούσαν το σημαντικότερο εισόδημα των κατοίκων της περιοχής για αρκετά χρόνια, αλλά και την ανάπτυξη του τουρισμού τα τελευταία χρόνια.

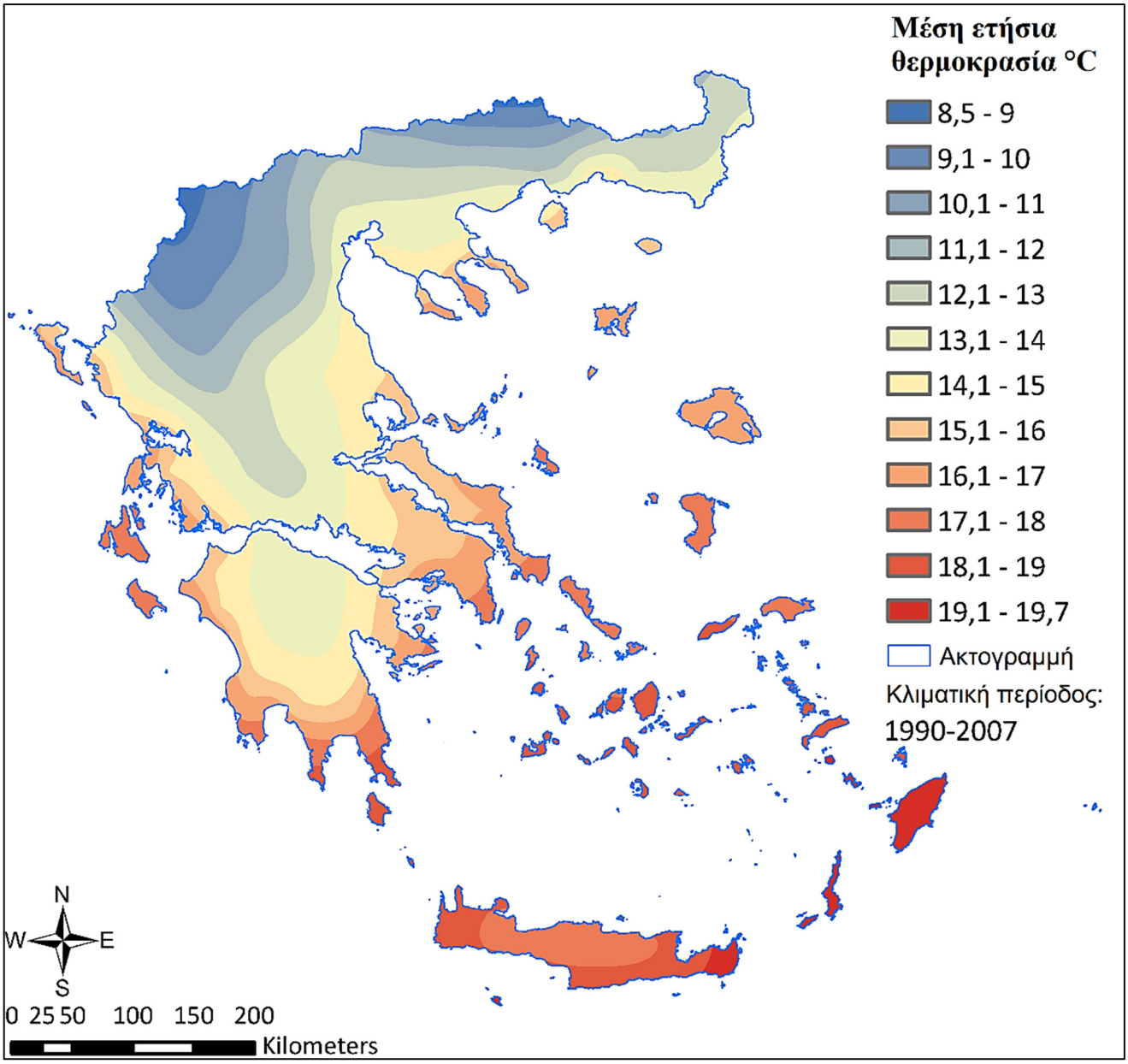
1.4.3. Θερμοκρασία αέρα

Χρησιμοποιώντας κλιματικά δεδομένα της περιόδου Αύγουστος 2008 έως Ιούλιος 2016, μετεωρολογικού σταθμού του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών εγκατεστημένου στον οικισμό Αγίου Νικολάου Βοιών και ύστερα από στατιστική επεξεργασία, παρουσιάζονται τα παρακάτω αποτελέσματα. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται στους 18,7 °C περίπου. Ο χειμώνας είναι σχεδόν ήπιος με πιο κρύο μήνα του χρόνου τον Ιανουάριο.



Διάγραμμα 6. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για τον Άγιο Νικόλαο Βοιών της περιόδου 8/2008-7/2016. Πηγή: Επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, οι μέσες θερμοκρασίες κυμαίνονται από 24 °C έως 28 °C περίπου με πιο θερμό μήνα τον Αύγουστο.

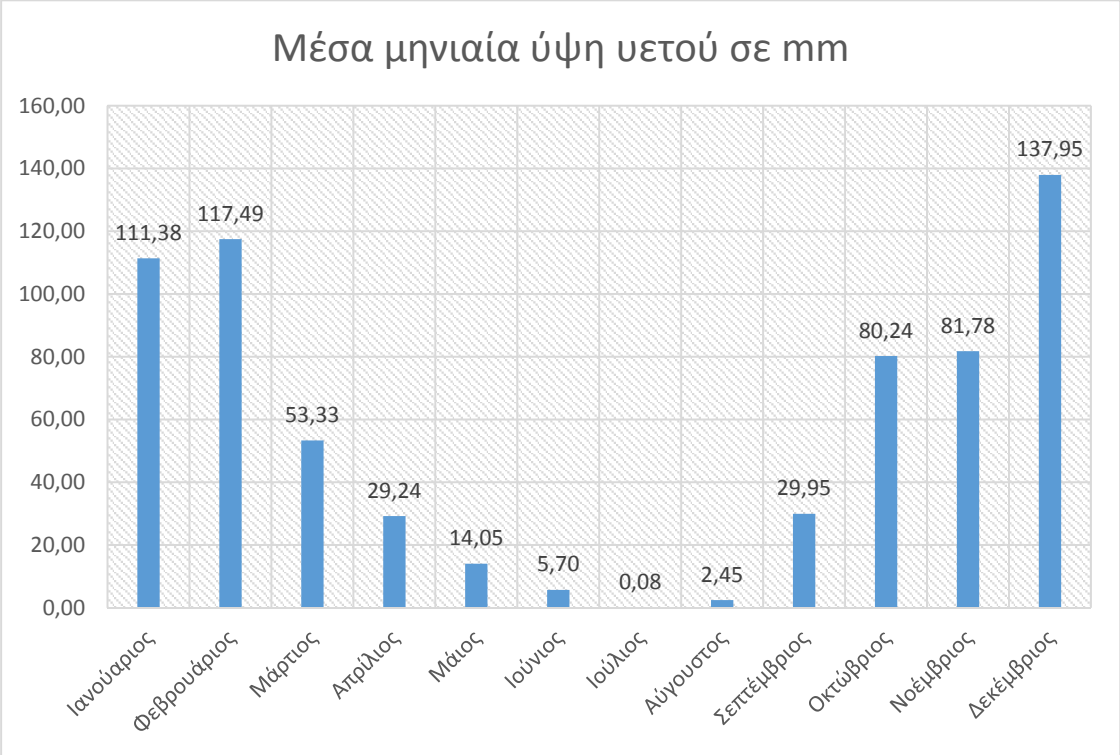


Χάρτης 3. Θερμοκρασιακός χάρτης Ελλάδας (μέσες ετήσιες θερμοκρασίες).
Πηγή: Π. Κατσαφάδος, Σ. Καλογήρου κ.α.,2012

Όπως φαίνεται στον θερμοκρασιακό χάρτη, η μέση ετήσια θερμοκρασία που παρατηρείται στην περιοχή, ανήκει στην κλάση18,1 – 19 °C. Αυτό όμως επιβεβαιώνεται και από τα κλιματικά δεδομένα της περιόδου Αύγουστος 2008 έως Ιούλιος 2016, από μετεωρολογικό σταθμό στον οικισμό Αγίου Νικολάου Βοιών, όπου μετά από επεξεργασία των δεδομένων, προέκυψε ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία αγγίζει περίπου 18,7 °C.

1.4.4. Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα

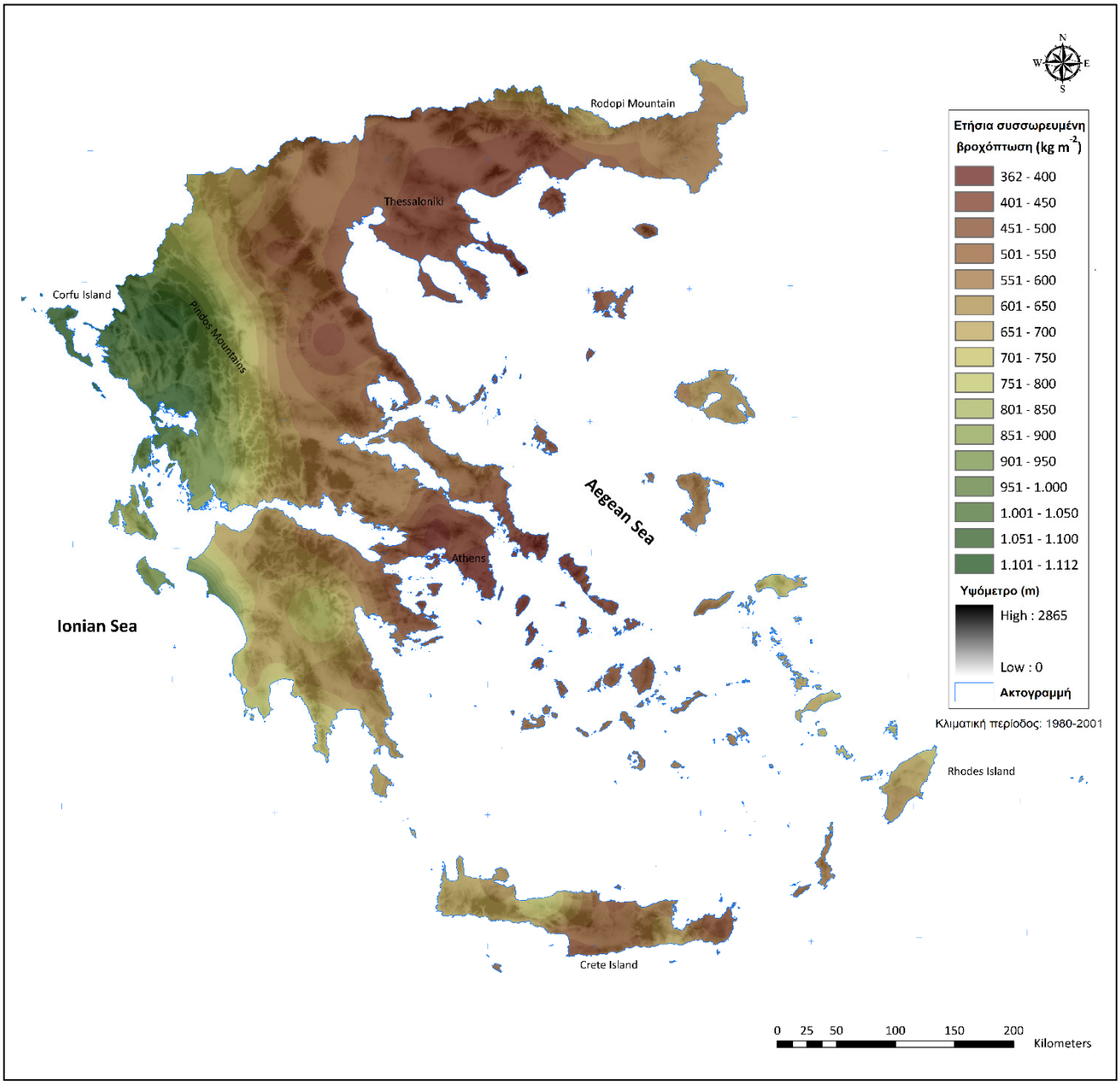
Σε ότι αφορά τις βροχοπτώσεις στην περιοχή μελέτης, ήτοι την περιοχή Νεάπολης – Μαλέα, παρατηρείται μια διαφορά ανάμεσα στο ανατολικό και στο δυτικό τμήμα, όπου το πρώτο είναι φτωχότερο σε βροχές σε αντίθεση με το δεύτερο όπου οι βροχοπτώσεις είναι συχνότερες. Αναφορικά με την εποχιακή κατανομή τους πρέπει να σημειωθεί ότι το 55% των ετήσιων βροχοπτώσεων σημειώνονται το χειμώνα, ενώ οι βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού είναι αμελητέες. Οι περισσότερες βροχοπτώσεις λαμβάνουν χώρα κυρίως τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο, ενώ αντίθετα πολύ μικρά ύψη βροχής σημειώνονται κατά τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο. Ο πιο υγρός μήνας τους έτους είναι ο



Διάγραμμα 8. Μέσα μηνιαία ύψη υετού για τον Άγιο Νικόλαο Βοιών της περιόδου 8/2008-7/2016.
Πηγή: Επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Δεκέμβριος, ενώ οι ξηρότεροι μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Ο βροχομετρικός χάρτης που ακολουθεί, προέκυψε από την επεξεργασία των βροχομετρικών δεδομένων των μετεωρολογικών σταθμών της ΔΕΗ στην επικράτεια. Ένας τρόπος απεικόνισης της κατανομής των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων είναι η μέθοδος χάραξης των ισοϋέτιων καμπυλών. Οι ισοϋέτιες καμπύλες είναι καμπύλες γραμμές που ενώνουν σημεία με το ίδιο ύψος βροχής. Η μέθοδος αυτή δίνει τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα, διότι κατά την χάραξη των καμπυλών λαμβάνονται υπόψη όχι μόνο το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων των σταθμών παρατήρησης

αλλά και άλλοι παράγοντες που επιδρούν στην κατανομή των βροχοπτώσεων σε μια περιοχή, όπως η μορφολογία του αναγλύφου, οι επικρατούντες άνεμοι και άλλες τοπικές ιδιομορφίες.



Χάρτης 5. Βροχομετρικός χάρτης Ελλάδας (μέσες ετήσιες βροχομετρικές καμπύλες).
Πηγή: Π. Κατσαφάδος, Σ. Καλογήρου κ.α.,2012

Όπως φαίνεται στον βροχομετρικό χάρτη το ετήσιο ύψος βροχής που παρατηρείται στην περιοχή, είναι μεταξύ της ισοϋέτιας καμπύλης των 651mm και των 700mm. Αυτό όμως επιβεβαιώνεται και από τα κλιματικά δεδομένα της περιόδου Αύγουστος 2008 έως Ιούλιος 2016, από μετεωρολογικό σταθμό στον οικισμό Αγίου Νικολάου Βοιών, όπου μετά από επεξεργασία των δεδομένων, προέκυψε ότι η μέση ετήσια βροχόπτωση αγγίζει περίπου τα 660mm.

2. Μεθοδολογία

Η εποχή μας έχει χαρακτηριστεί, ως εποχή της πληροφορίας. Ιδιαίτερα μετά τη δεκαετία του 1980, με τη ραγδαία ανάπτυξη των Η/Υ, οι πληροφορίες άρχισαν να οργανώνονται σε μεγάλες πληροφοριακές βάσεις. Για πλήθος ανθρώπινων δραστηριοτήτων και ιδιαίτερα σε διαδικασίες χωρικού σχεδιασμού, τα πληροφοριακά αυτά δεδομένα συνδέονται άμεσα και με χωρικά δεδομένα. Επομένως η δημιουργία μιας τέτοιας πληροφοριακής βάσης, πρέπει να περιλαμβάνεται όχι μόνο το είδος (θεματική – περιγραφική πληροφορία), αλλά και η γεωγραφική θέση της πληροφορίας (χωρική πληροφορία).

Αυτή η διαπίστωση οδήγησε, σε μια έντονη προσπάθεια ανάπτυξης αυτοματοποιημένων τρόπων για την αποτελεσματικότερη αποθήκευση, ανάλυση και παρουσίαση γεωγραφικών δεδομένων, που να ικανοποιούν την ολοένα αυξανόμενη ζήτηση για πληροφορίες χωρικής φύσης. Τις ανάγκες αυτές καλύπτουν τα GIS – Geographical Information Systems: Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Χ. Χαλκιάς, 2011).

Για τους σκοπούς της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν δεκαέξι τοπογραφικά διαγράμματα της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) κλίμακας 1:5.000. Για την άντληση των γεωλογικών, λιθολογικών και τεκτονικών στοιχείων αξιοποιήθηκαν οι γεωλογικοί χάρτες του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) κλίμακας 1:50.000. Από παλαιότερες γεωμορφολογικές εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί στην περιοχή και οι οποίες αφορούν τις θαλάσσιες ανυψωμένες αναβαθμίδες του Ανώτερου Τεταρτογενούς, αντλήθηκαν δεδομένα για την γεωμορφολογία και κυρίως για την ένταση και την επιφανειακή τους ανάπτυξη καθώς και για την ηλικία τους (Ε. Καρύμπαλης, 2014).

Η επεξεργασία των δεδομένων αυτών και η μετατροπή τους από αναλογικά σε ψηφιακά περιέλαβε τη σάρωση τους και στην συνέχεια την γεωαναφορά τους (αγκίστρωση) σύμφωνα με το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ ’87. Τα γεωγραφικά δεδομένα της περιοχής μελέτης οργανώθηκαν σε θεματικά επίπεδα διανυσματικής μορφής και τους προσδόθηκαν κάποια περιγραφικά χαρακτηριστικά. Για την γεωαναφορά, επεξεργασία, ανάλυση και μοντελοποίηση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGIS 9.3 της ESRI.

Αφού γεωαναφέρθηκαν οι τοπογραφικοί και γεωλογικοί αναλογικοί χάρτες, δημιουργήθηκε ψηφιακή απόδοση του αναγλύφου της περιοχής με τη βοήθεια ισοϋψών καμπυλών ισοδιάστασης 4 m (ή και 2 m σε περιοχές

ήπιας μορφολογικής κλίσης), της ακτογραμμής και των κορυφών. Η διαδικασία της ψηφιοποίησης που πραγματοποιήθηκε έγινε με τη χρήση της σημειακής μεθόδου και στην συνέχεια έγινε εισαγωγή των τιμών στον πίνακα των περιγραφικών χαρακτηριστικών. Από την επεξεργασία των παραπάνω θεματικών επιπέδων προέκυψε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (Digital Elevation Model) της περιοχής μελέτης. Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους είναι χρήσιμα στις διαδικασίες ανάλυσης, επεξεργασίας και παρουσίασης των γεωγραφικών πληροφοριών που σχετίζονται με το ανάγλυφο (Χ. Χαλκιάς, 2007).

Από την επεξεργασία του υπάρχοντος υλικού, προέκυψαν οι ακόλουθοι χάρτες: ένας χάρτης των υδρογραφικών δικτύων, ένας γεωλογικός – λιθολογικός χάρτης και ένας χάρτης των θαλάσσιων αναβαθμίδων της περιοχής μελέτης. Επιπλέον, με τη δυνατότητα που παρέχει το ψηφιακό μοντέλο εδάφους έγιναν επιμήκεις τομές των κεντρικών κοιτών των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής που μελετήθηκαν, διακρίθηκαν επιμέρους τμήματα της διαδρομής τους με διαφορετικά χαρακτηριστικά και εκτιμήθηκαν οι μέσες κλίσεις κάθε τμήματος από τις επιμήκεις τομές που προέκυψαν, καθώς και τα υπόλοιπα μορφολογικά χαρακτηριστικά των κοιτών (όπως σημεία κάμψης) στα διάφορα τμήματα.

Προκειμένου να εκτιμηθεί ο ρυθμός της κατά βάθος διάβρωσης των γεωλογικών σχηματισμών από τα υδρογραφικά δίκτυα της περιοχής, σχεδιάστηκαν δεκαεπτά λεπτομερείς τοπογραφικές τομές (προφίλ) σε επιλεγμένες θέσεις κάθετα στις κεντρικές ποτάμιες κοίτες, ώστε να απεικονισθεί η μορφολογία των κοιλάδων. Κάθε μια από αυτές τις τομές σχεδιάστηκε όσο πιο κοντά γινόταν στο πίσω μέρος της επιφάνειας της αναβαθμίδας το οποίο διακρίνεται μορφολογικά από μια αλλαγή στην μορφολογική κλίση. Η αλλαγή αυτή στη μορφολογική κλίση ορίζει το εσωτερικό άκρο της αναβαθμίδας. Οι τομές σχεδιάστηκαν στις συγκεκριμένες θέσεις του εσωτερικού άκρου της αναβαθμίδας, διότι αυτά τα σημεία ανταποκρίνονται ακριβέστερα στην ηλικία της παλαιοακτογραμμής κατά τη διάρκεια της Μεσοπαγετώδους περιόδου, και κατά συνέπεια στην ηλικία δημιουργίας της θαλάσσιας αναβαθμίδας.

Από την επεξεργασία των διαγραμμάτων των εγκάρσιων τομών, εκτιμήθηκε η απόσταση μεταξύ των επιφανειών των θαλάσσιων αναβαθμίδων ίδιας ηλικίας (πλάτος κοιλάδας) και η κάθετη απόσταση (υψομετρική διαφορά) μεταξύ της κοίτης των υδρογραφικών δικτύων και της επιφάνειας των αναβαθμίδων (βάθος κοιλάδας). Στην συνέχεια με την βοήθεια του

προγράμματος Excel 2013 της Microsoft Office τα παραπάνω στοιχεία επεξεργάστηκαν και προέκυψε ένα διάγραμμα που απεικονίζει το πλάτος και το βάθος των κοιλάδων, καθώς και τις ηλικίες των αναβαθμίδων που αντιστοιχούν οι κοιλάδες.

Η επιφάνεια των αναβαθμίδων αναπαριστά τη γεωμετρία-μορφολογία και την ηλικία της παλαιάς επιφάνειας, πριν από την έναρξη της κατά βάθος διάβρωσης και άρα πριν το σχηματισμό της κοιλάδας. Συνεπώς αντιπροσωπεύει την υποτιθέμενη τοπογραφία πριν από τη διάβρωση της επιφάνειας από το υδρογραφικό δίκτυο. Για να εκτιμηθεί επομένως η κατά βάθος διάβρωση του υδρογραφικού δικτύου μετράται η υψομετρική διαφορά της επιφάνειας της αναβαθμίδας από τη σημερινή θέση της κοίτης του κεντρικού κλάδου του υδρογραφικό δικτύου. Εάν η υψομετρική αυτή διαφορά διαιρεθεί με την ηλικία της αναβαθμίδας, η οποία είναι ήδη γνωστή από σχετικές δημοσιεύσεις, μπορεί να εκτιμηθεί ένας μέσος ρυθμός κατά βάθους διάβρωσης της συγκεκριμένης ποτάμιας κοίτης.

Η μελέτη της μορφολογίας και του σχήματος των κοιλάδων περιλαμβάνει τη μέτρηση διαφόρων μορφομετρικών χαρακτηριστικών-δεικτών από τις τοπογραφικές τομές στις δεκαεπτά τοποθεσίες. Οι δείκτες αυτοί περιλαμβάνουν το ύψος-βάθος (Vh) της κοιλάδας, το πλάτος του δαπέδου της κοιλάδας (Vfw), το επίπεδο του δαπέδου της κοιλάδας (Esc) καθώς και τα υψόμετρα των αριστερά και δεξιά ορίων εκατέρωθεν της κοιλάδας (Eld, Erd) και τέλος τον λόγο του πλάτους του δαπέδου της κοιλάδας προς το ύψος της κοιλάδας (Vf). Ουσιαστικά λοιπόν το Vf αποτελεί έναν ποσοτικό δείκτη της μορφής ή του σχήματος της τοπογραφικής τομής και περιγράφει τον βαθμό ωριμότητας της κοιλάδας (Bull & McFaden 1977).

Ο δείκτης Vf αποτελεί επίσης μια πολύ χρήσιμη μορφομετρική παράμετρο που βοηθάει στο να προσδιοριστούν βαθιές κοιλάδες σχήματος V που έχουν διαμορφωθεί από κοίτες ποταμών όπου η κατά βάθος διάβρωση είναι έντονη. Συνήθως η έντονη κατά βάθος διάβρωση σχετίζεται με το λιθολογικό υπόβαθρο της περιοχής ή με ταχεία τεκτονική ανύψωση. Οι τιμές του μορφομετρικού αυτού δείκτη είναι ενδεικτικές του αν ένα ποτάμι διαβρώνει κατά βάθος ή έχει παραμείνει ανενεργό για μεγάλο χρονικό διάστημα διαμορφώνοντας κοιλάδες μεγάλου πλάτους τύπου U.

Ο υπολογισμός του δείκτη έγινε χρησιμοποιώντας την ακόλουθη σχέση όπου Vf είναι ο δείκτης μορφής κοιλάδας:

$$Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$

Τέλος με σκοπό την αναζήτηση συσχέτισης μεταξύ του δείκτη μορφής κοιλάδας με την κατά βάθος διάβρωση σχεδιάστηκε διάγραμμα με τις τιμές του δείκτη και τις αντίστοιχες τιμές του μέσου ρυθμού κατά βάθους διάβρωσης όπως αυτή υπολογίστηκε στις εν λόγω θέσεις.

3. Γεωλογία – Λιθολογία – Τεκτονική

3.1. Γεωλογική ιστορία

Έως την εποχή των Αλπικών πτυχώσεων σχεδόν ολόκληρος ο χώρος της σημερινής Πελοποννήσου ήταν καλυμμένος από θάλασσα, εκτός από την κρυσταλλοπαγή μάζα του κεντρικού της τμήματος, δηλαδή τα βουνά της Κυλλήνης (Ζήρια), του Ταΰγετου και του Πάρνωνα, που αποτελούσαν πάντα χέρσο (Κ. Μπεζές, 2016).

Κατά τις Αλπικές πτυχώσεις, και ειδικότερα κατά τις νεοαλπικές, που χρονολογούνται περίπου από το Ολιγόκαινο έως τα μέσα του Μειόκαινου, η Πελοπόννησος αναδύθηκε ολόκληρη από τη θάλασσα και μαζί με την υπόλοιπη Ελλάδα αποτέλεσαν μια ενιαία χέρσο, την Αιγηίδα. Τότε σχηματίστηκαν και οι Ελληνίδες οροσειρές, συνέχεια των οποίων θεωρούνται τα δυτικά όρη της Πελοποννήσου. Κατά την περίοδο αυτή, μια μεγάλη εγκάρσια διάρρηξη, από το Ιόνιο προς το Αιγαίο πέλαγος, δημιούργησε τα ταφροειδή βυθίσματα του Πατραϊκού, του Κορινθιακού και του Σαρωνικού κόλπου, τα οποία χώρισαν την Πελοπόννησο από τη Στερεά Ελλάδα. Η Πελοπόννησος αποτέλεσε έτσι ένα νησιωτικό χώρο ανάμεσα στο Ιόνιο πέλαγος στα δυτικά και στο Μυρτώο πέλαγος στα ανατολικά. Αργότερα, κατά το Πλειόκαινο, ενώθηκε με τη Στερεά Ελλάδα με μια στενή λωρίδα γης, τον ισθμό της Κορίνθου, και μετατράπηκε σε χερσόνησο. Η μεταγενέστερη ηλικία του ισθμού αποδεικνύεται από τα Μεταλπικά ιζήματά του (Α. Παπαπέτρου - Ζαμάνη & Π. Ψαριανός, 1978).

Μια σειρά από ρήγματα, κάθετα προς την ακτογραμμή, προκάλεσαν στη συνέχεια εγκατακρημνίσεις τμημάτων ξηράς δημιουργώντας έτσι τους κόλπους της Μεσσηνίας, της Λακωνίας και της Αργολίδας. Μετά τα ρήγματα αυτά η Πελοπόννησος πήρε το τελικό χαρακτηριστικό σχήμα του πλατανόφυλλου που έχει σήμερα. Τα πολλά υδάτινα ρεύματα, που έρρεαν κατά την διεύθυνση των διαρρήξεων, μετέφεραν τα υλικά της διάβρωσης των ορεινών όγκων και τα απέθεταν στις θαλάσσιες λεκάνες, ενώ ανοδικές κινήσεις γύρω από τον κυρίως ορεινό κορμό είχαν αποτέλεσμα να αποσυρθεί η θάλασσα και να εμφανιστούν νέες παράκτιες χερσαίες εκτάσεις. Νέες επικλύσεις και αποσύρσεις της θάλασσας, οι οποίες επακολούθησαν, έδωσαν τελικά στην ξηρά τη σημερινή της μορφή και έκταση. Το κρυσταλλοσχιστώδες όρος Ταΰγετος, το υψηλότερο της Πελοποννήσου, χρονολογείται ήδη από την εποχή των Αλπικών πτυχώσεων (Π. Ψαριανός, 1954).

3.2. Γεωλογία Πελοποννήσου

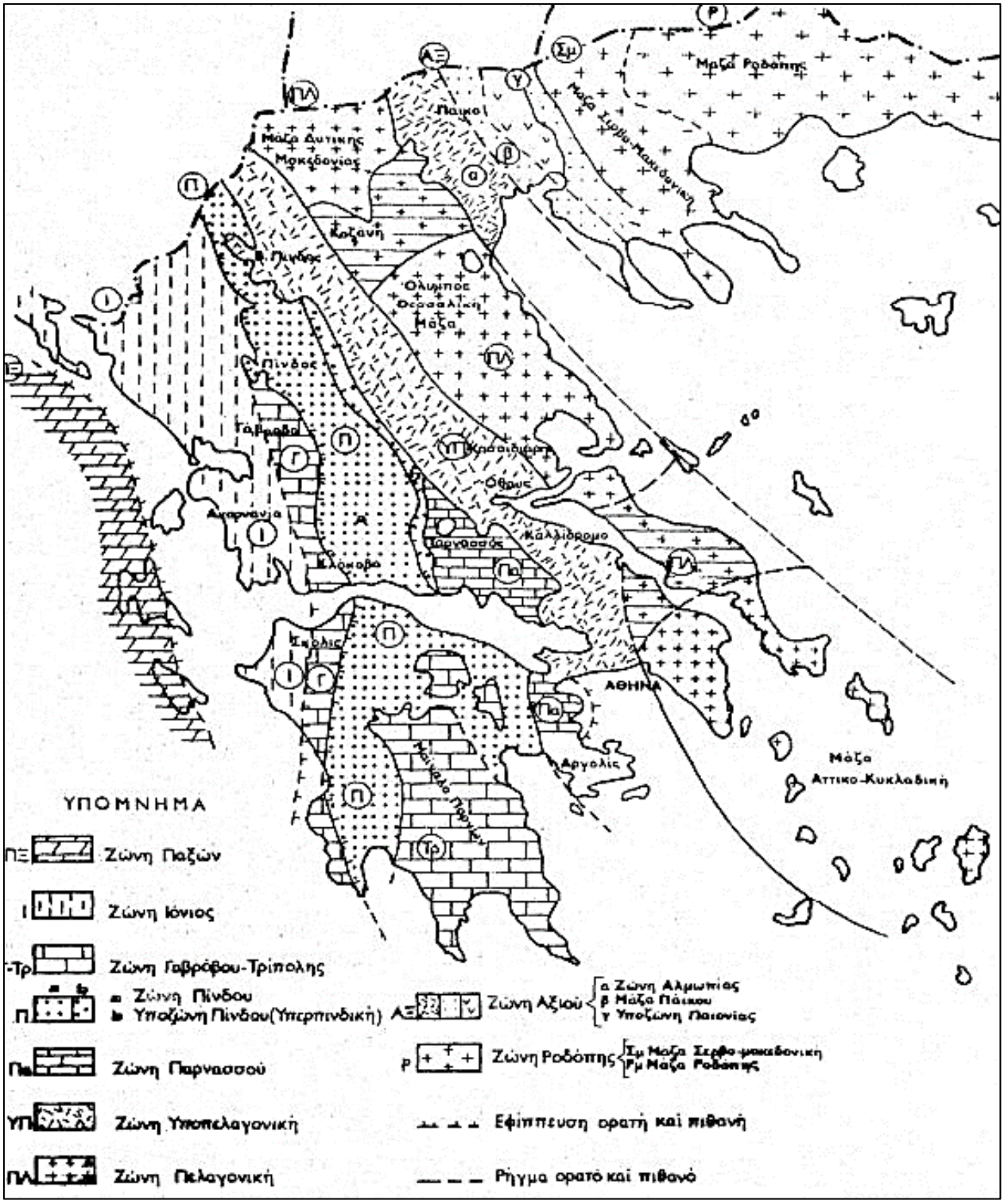
Η γεωλογική δομή καθώς και το είδος και η σύσταση των πετρωμάτων, τόσο στην Ελλάδα, όσο και στην Πελοπόννησο, είναι αποτέλεσμα διεργασιών, οι οποίες δρουν εδώ και πολλά εκατομμύρια χρόνια. Τα πετρώματα που καλύπτουν τον Ελλαδικό χώρο, μπορούν να διακριθούν από πλευράς ηλικίας και τεκτονικής, σε τρία μεγάλα συγκροτήματα: Προαλπικά, Αλπικά και Μεταλπικά. Προαλπικά θεωρούμε τα πετρώματα που έχουν ηλικία Παλαιοζωϊκή και αρχαιότερη, σαν Αλπικά αυτά που η ηλικία τους αρχίζει από το Τριαδικό έως και το Κατώτερο Μειόκαινο και σαν Μεταλπικά τα πετρώματα ηλικίας νεότερης του Κατώτερου Μειόκαινου. Το μεγαλύτερο μέρος των ελληνικών οροσειρών, που ονομάζονται και «Ελληνίδες οροσειρές», ανήκουν στην Αλπική ορογένεση (Μ. Δερμιτζάκης & Σ. Λέκκας, 2010).

Η Πελοπόννησος παρουσιάζει μία σύνθετη γεωλογική δομή με μεγάλη ποικιλία γεωλογικών σχηματισμών, αποτέλεσμα της σύνθετης γεωλογικής ιστορίας και εξέλιξης της. Γεωλογικά, χωρίζεται σε γεωτεκτονικές ζώνες, η κάθε μία από τις οποίες συνίσταται από ορισμένη στρωματογραφική διαδοχή των ιζημάτων της, από τους ιδιαίτερους λιθολογικούς χαρακτήρες της και από τα ιδιαίτερα τεκτονικά της χαρακτηριστικά, στοιχεία γενικά που εξαρτώνται από την παλαιογεωγραφική της θέση (Ν. Λαλεχός, 1974).

Στην Πελοπόννησο (χάρτης 5) διακρίνονται πέντε γεωτεκτονικές ζώνες από ανατολικά προς δυτικά, ως εξής:

1. Ανατολικής Ελλάδας ή Υποπελαγωνική
2. Παρνασσού- Γκιόνας
3. Ωλονού - Πίνδου
4. Γαβρόβου - Τρίπολης
5. Ανδριατικοϊόνιος

Από αυτές τις ζώνες η Ανδριατικοϊόνιος παρουσιάζει πολύ μικρή εξάπλωση στο δυτικό άκρο της Πελοποννήσου, ενώ οι ζώνες Γαβρόβου - Τρίπολης και Ωλονού - Πίνδου καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα της. Η ζώνη Παρνασσού - Γκιόνας κατ’ άλλους εμφανίζεται στην Πελοπόννησο κατ’ άλλους όχι. Τέλος η ζώνη Ανατολικής Ελλάδας εμφανίζεται μόνο στην Αργολίδα.



Χάρτης 5. Χάρτης των γεωτεκτονικών ζωνών της Ελλάδος.
Πηγή: Νικολάου Λαλέχου,1974

Από τεκτονική άποψη, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι «Ελληνίδες οροσειρές» αποτελούν ένα σύστημα ορέων Αλπικού τύπου που θεωρείται ότι αποτελούνται από διαδοχικά καλύμματα. Έτσι η ζώνη της Ανατολικής Ελλάδας βρίσκεται επωθημένη στη ζώνη του Παρνασσού - Γκιόνας, αυτή στη ζώνη της Πίνδου και αυτή στη ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης, που είναι επωθημένη στην Ανδριατικοϊόνιος ζώνη.

3.3. Νεογενείς σχηματισμοί της Πελοποννήσου

Το Νεογενές της Πελοποννήσου αποτελεί μία συνεχόμενη παραλιακή ζώνη, που αρχίζει από τον Ισθμό της Κορίνθου και μέσω της Αχαΐας και της Ηλίας καταλήγει στο Μεσσηνιακό κόλπο. Εκεί οι αποθέσεις διακόπτονται από την οροσειρά του Ταϋγέτου και εμφανίζονται και πάλι στη Λακωνία.

Στην περιοχή του Ισθμού οι βασικές μάργες ανήκουν εν μέρει στην Ανατολική βαθμίδα και εν μέρει στο Θαλάσσιο Πλειόκαινο. Η ασυμφωνία μεταξύ Πλειοκαινικών μαργών και Τυρρηνίων αποθέσεων διακρίνεται καλύτερα δυτικά της Κορίνθου. Οι λιμναίες αποθέσεις συνεχίζονται κάτω από τις θαλάσσιες Πλειοκαινικές μάργες μέχρι το χωριό Κούμαρι.

Στην περιοχή της Μεσσηνίας, παρατηρείται καθαρή θαλάσσια φάση και λιμναίες αποθέσεις.

Στην περιοχή της Λακωνίας έχουμε επίσης και τις δύο φάσεις, χωρισμένες μεταξύ τους. Η καθαρή λιμναία περιορίζεται στη τάφρο της Σπάρτης και η θαλάσσια εμφανίζεται στα ακραία τμήματα της. Όμοια οι αποθέσεις της τάφρου της Μεγαλόπολης, ανήκουν στην Ανατολική Βαθμίδα, ενώ οι αποθέσεις της τάφρου της Τρίπολης, είναι πολύ νεότερες και ανήκουν στο Τεταρτογενές (Η. Μαριολάκος, 1975).

3.4. Γεωλογία περιοχής μελέτης

Οι σχηματισμοί που εντοπίζονται στην περιοχή μελέτης είναι κυρίως αποθέσεις Μεσοζωικής και Καινοζωικής ηλικίας (Χάρτης 4). Το μεγαλύτερο μέρος της ευρύτερης περιοχής της Νεάπολης και του Μαλέα καλύπτεται από σχηματισμούς που αποτέθηκαν κατά το Πέρμιο, Τριαδικό, Ιουρασικό, Κρητιδικό, Ηώκαινο και Πλειστόκαινο.

Από το γεωλογικό χάρτη της περιοχής μελέτης (Χάρτης 4) παρατηρείται ότι τα ιζήματα του Ολοκαίνου, δηλαδή οι παράκτιες αμμώδεις θίνες και οι αλλουβιακές αποθέσεις, καταλαμβάνουν την παράκτια ζώνη του κόλπου της Νεάπολης.

Οι παράκτιες αμμώδεις θίνες, αποτελούν αιολικές αποθέσεις άμμου που αναπτύσσονται μεταξύ των στενών Νεάπολης και Ελαφονήσου. Ο σχηματισμός τους οφείλεται στην απόθεση της αποξηραμένης άμμου λόγω του φαινομένου της παλίρροιας, ενισχυόμενο από τα εξαιρετικά μικρά βάθη μεταξύ των στενών και την κυματική σκιά της Ελαφονήσου νότια του κόλπου της Νεάπολης.

Οι αλλουβιακές αποθέσεις, στην πραγματικότητα είναι ποταμοχειμάρριες χαλαρές αποθέσεις που αναπτύσσονται κατά μήκος των κοιτών των ποταμών και χειμάρρων καθώς και στις εκβολές τους. Εντοπίζονται παράκτια του κόλπου της Νεάπολης.

Επιπλέον, οι σχηματισμοί που αποτέθηκαν κατά το Πλειστόκαινο, δηλαδή, θαλάσσιες (κροκαλοπαγή), λιμναίες, κλαστικές, βιογενείς και ποταμοχειμάρριες αποθέσεις βρίσκονται δυτικά της περιοχής μελέτης.

Οι λιθολογικοί σχηματισμοί ηλικίας Ηωκαίνου – Τριαδικού, δηλαδή οι ραδιολαρίτες και ασβεστόλιθοι της γεωτεκτονικής ζώνης Ωλονού – Πίνδου, εντοπίζονται σε πολύ μικρή έκταση στα βόρεια, δυτικά και νοτιοανατολικά της περιοχής μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, ο σχηματισμός ραδιολαριτών αποτελείται από ραδιολαρίτες με εναλλαγές μικριτικών ασβεστολίθων ενώ είναι πολύ συχνές οι παρεμβολές ψαμμιτών, κροκαλοπαγών και μαργών. Προς τα πάνω επικρατούν ερυθρές, συμπαγείς, σκληρές μάργες οι οποίες εναλλάσσονται με ψαμμίτες και ωολιθικούς ασβεστόλιθους. Επιπλέον, οι ραδιολαρίτες αυτής της ηλικίας, έχουν χρώμα ερυθρό ή πράσινο (Λαλεχός, 1974). Να σημειωθεί, ότι η ζώνη Ωλονού – Πίνδου αντιπροσωπεύει μαζί με την Υποπελαγωνική, τον ωκεανό της Νεοτηθύος (Λέκκας, 1978).

Οι σχηματισμοί ηλικίας Ηωκαίνου – Κρητιδικού αντιστοιχούν σε δολομίτες και δολομιτικούς ασβεστόλιθους της γεωτεκτονικής ζώνης Τρίπολης και εντοπίζονται σε μεγάλη έκταση στα βορειοανατολικά της περιοχής μελέτης. Κύριο χαρακτηριστικό της ενότητας Τρίπολης είναι η νηριτική ανθρακική ιζηματογένεση από το Ανώτερο Τριαδικό μέχρι και το Ηώκαινο με χαρακτηριστικούς μαύρους βιτουμενιούχους ασβεστόλιθους γνωστούς από τον Philippson (1893) σαν Tripolitza Kalk.

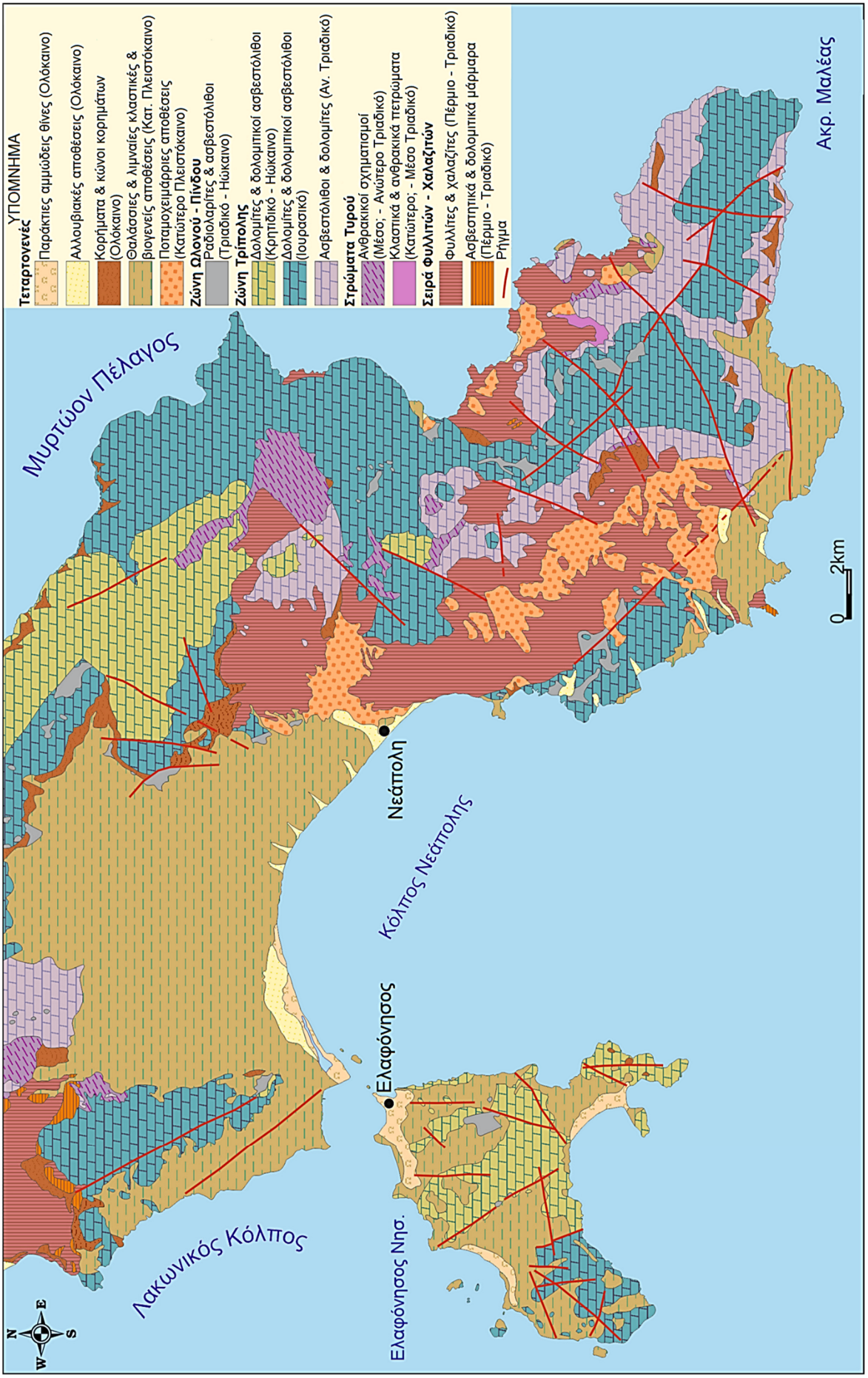
Επιπλέον, στην ίδια γεωτεκτονική ζώνη, αυτήν της Τρίπολης, συναντάμε και πάλι δολομίτες και δολομιτικούς ασβεστόλιθους, διαφορετικής όμως ηλικίας, καθώς οι τελευταίοι χρονολογούνται από την περίοδο του Ιουρασικού και είναι παλαιότεροι από του προηγούμενους. Εντοπίζονται σε αρκετά σημεία στην περιοχή μελέτης, με πιο εκτεταμένη εμφάνιση στα ανατολικά, και δευτερευόντως στα βορειοδυτικά.

Ομολογουμένως, στην περιοχή μελέτης κυριαρχούν τα πετρώματα που ανήκουν στην γεωτεκτονική ζώνη της Τρίπολης. Πιο συγκεκριμένα, εντοπίζονται δολομίτες και ασβεστόλιθοι του Ανωτέρου Τριαδικού, δηλαδή παλαιότερους από τους τελευταίους, στα νότια της περιοχής μελέτης και

πέριξ των γεωλογικών σχηματισμών ηλικίας Ιουρασικού, πράγμα που έρχεται να επιβεβαιώσει στρωματογραφικά ότι οι δολομίτες και οι δολομιτικοί ασβεστόλιθοι της Ιουρασικής περιόδου, αποτέθηκαν επάνω σ' αυτούς της εποχής του Τριαδικού, σαν νεότεροι σχηματισμοί που είναι.

Τη βάση της στρωματογραφικής κολώνας της Τρίπολης, δηλαδή κάτω από τους Τριαδικούς ασβεστόλιθους, αποτελούν τα στρώματα Τυρού. Τα στρώματα Τυρού είναι ένα σύμπλεγμα ηφαιστειακών πετρωμάτων, κλαστικών και ανθρακικών ιζημάτων ελαφρώς μεταμορφωμένα, που συνιστούν το υπόβαθρο της ανθρακικής σειράς της Τριπόλεως και αντιστοιχούν στο Προαλπικό υπόβαθρο της ζώνης. Η ηλικία των στρωμάτων Τυρού είναι Ανώτερο Παλαιοζωικό μέχρι και Μέσο Τριαδικό (Κτενάς, 1924). Τέτοιοι ανθρακικοί σχηματισμοί εντοπίζονται στα ανατολικά και νοτιοανατολικά της περιοχής μελέτης. Πρόκειται για άστρωτους ή παχυστρωματώδεις μαύρους βιτουμενιούχους νηριτικούς ασβεστόλιθους και δολομιτικούς ασβεστόλιθους. Ακόμα, εντοπίζουμε κλαστικούς σχηματισμούς σε περιορισμένη έκταση στα νοτιοανατολικά. Οι σχηματισμοί αυτοί περιλαμβάνουν εναλλαγές τεφρών, μαργών, ψαμμιτών με ενδιαστρώσεις ή φακούς ασβεστολίθων και κροκαλοπαγών (Ι. Φουντούλης, 2000).

Τέλος, οι σχηματισμοί ηλικίας Πέρμιου – Τριαδικού, δηλαδή οι φυλλίτες και χαλαζίτες καθώς και τα ασβεστιτικά και δολομιτικά μάρμαρα, που ανήκουν στην γεωτεκτονική ζώνη των Φυλλιτών και Χαλαζιτών, εντοπίζονται βορειοδυτικά, νοτιοδυτικά και νοτιοανατολικά. Χαρακτηριστικά της Φυλλιτικής – Χαλαζιτικής σειράς είναι ότι ένα μεγάλο τμήμα των σχηματισμών της έχει υποστεί μεταμόρφωση σε συνθήκες υψηλών πιέσεων και χαμηλών θερμοκρασιών, νέας σχετικά ηλικίας (του Κατώτερου Μειοκαίνου), με τυπικά ορυκτά της μεταμόρφωσης αυτής, όπως είναι ο γλαυκοφανής, ο λωζονίτης κ.ά. (Thiebault, 1977).



Χάρτης 6. Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας (Κλίμακα 1:50.000) φύλλα Νεάπολης – Αγίου Νικολάου.
Πηγή: Ι.Γ.Μ.Ε.-Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών, 1999

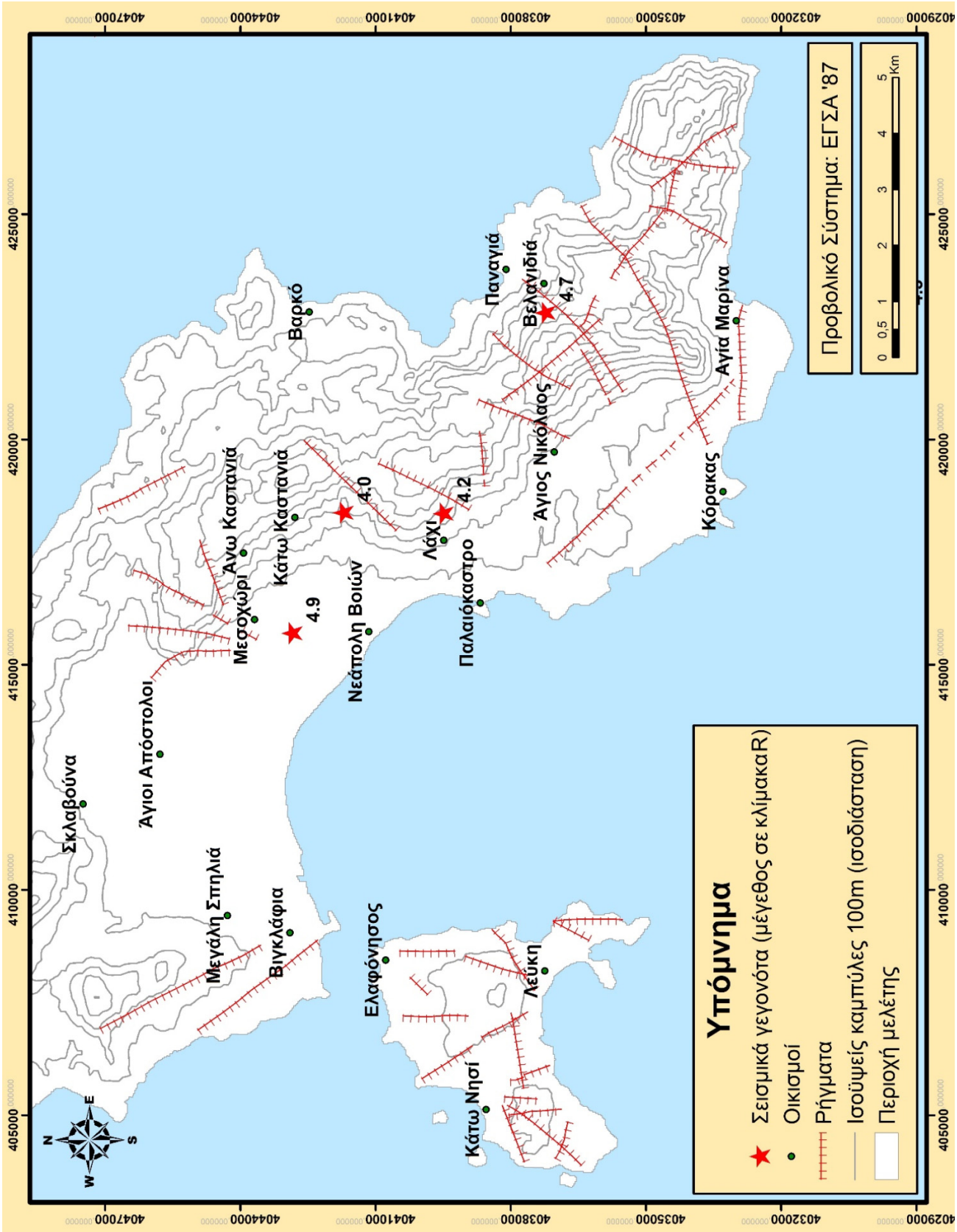
3.5. Ρήγματα και σεισμικότητα στην περιοχή μελέτης

Σύμφωνα με τον τοπογραφικό χάρτη (Χάρτης 7) που απεικονίζει τα ρήγματα στην περιοχή μελέτης, εντοπίζουμε ότι η περιοχή έχει επηρεαστεί από τη δράση αρκετών ρηγμάτων. Τα περισσότερα εξ αυτών τέμνουν Μεσοζωικούς σχηματισμούς, ενώ πολύ λίγα επηρεάζουν Τεταρτογενείς αποθέσεις (βλέπε γεωλογικό χάρτη 7). Παρατηρούμε επιπλέον, ότι τα ρήγματα που βρίσκονται δυτικά της περιοχής μελέτης, έχουν διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ ενώ αυτά που βρίσκονται κεντρικά και νότια ΒΑ – ΝΔ.

Τα ρήγματα αυτά είναι ενεργά καθώς έχουν δώσει σεισμούς μέσα στο Ολόκαινο. Συνεχίζουν όμως να δραστηριοποιούνται δίδοντας σεισμούς μέχρι και σήμερα, συμβάλλοντας σημαντικά στη διαμόρφωση του σημερινού αναγλύφου της περιοχής την οποία επηρεάζουν. Στον παρακάτω τοπογραφικό χάρτη εκτός από τα ρήγματα, αποτυπώνονται και τα σεισμικά γεγονότα που τα επίκεντρά τους εντοπίζονται εντός της περιοχής μελέτης με μέγεθος μεγαλύτερο των 4 Richter, για την περίοδο από 1/1/1964 μέχρι σήμερα.

Τα δεδομένα που παρουσιάστηκαν παραπάνω δίνουν μια γενική ιδέα για το τεκτονικό καθεστώς της περιοχής. Σύμφωνα με τις ιστορικές πηγές, στα κλασικά χρόνια από σεισμούς έπασχε κυρίως η Πελοπόννησος, και ιδιαίτερα η Λακωνία, η Λοκρίδα και το νοτιοανατολικό Αιγαίο. Η Λακωνία ονομαζόταν «εὔσειστος» (=αυτός που σείεται ή μπορεί εύκολα να σειστεί) και «καιετάεσσα» από τους καιετούς (χάσματα) που υπήρχαν εκεί. Γνωστός είναι ο μεγάλος σεισμός της Σπάρτης το θέρος του 464 π.Χ., η σφοδρότητά του οποίου ήταν ασύλληπτη. Σύμφωνα με ιστορικές πηγές προκάλεσε 20.000 θύματα, κατέστρεψε την πόλη-κράτος και έγινε αφορμή για εξέγερση των ειλώτων. Πόρισμα από γεωλογική μελέτη που έγινε το 1991 με σκοπό την εξακρίβωση της τοποθεσίας του επίκεντρου και της έντασης του σεισμού, έδειξε ότι η έντασή του θα πρέπει να ήταν περίπου 7,2 βαθμοί της κλίμακας Richter (Γαλανόπουλος, 1955, Παπαζάχος & Παπαζάχου, 1989).

Εστιάζοντας στην περιοχή μελέτης, διαπιστώνεται ότι ακόμα ένας μεγάλος σεισμός, έπληξε την ευρύτερη περιοχή της Νεάπολης. Ο σεισμός του 375 μ.Χ.. Ο ισχυρός αυτός σεισμός, έπληξε ιδιαιτέρως την περιοχή της Άκρας Μινώας (σημερινή Μονεμβασιά) αλλάζοντας σημαντικά τη μορφολογία της περιοχής. Η Άκρα Μινώα η οποία μέχρι τότε ήταν αναπόσπαστο κομμάτι της Πελοποννήσου, αποκόπτεται και μετατρέπεται σε νησί, την Μονεμβασιά. Η σεισμική δόνηση προκάλεσε μεγάλες αλλαγές στη γεωμορφολογία της περιοχής. Τα παράλια της Λακωνικής χερσονήσου και



Χάρτης 7. Χάρτης της περιοχής μελέτης όπου απεικονίζονται τα κυριότερα ρήγματα και οι σεισμοί μεγέθους 4>R που έχουν επίκεντρο εντός των ορίων της περιοχής μελέτης.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

ιδιαίτερα της περιοχής Επιδαύρου Λιμηράς, υπέστησαν καθίζηση. Μεγάλης ιστορικής σημασίας πόλεις, όπως η Πλύτρα, ο Ασωπός, οι Βοίες και η Επίδαυρος Λιμηρά βυθίστηκαν μερικώς ή ολικώς.

Εικόνα 2. Η Μονεμβασιά κατά την εποχή που ήταν Βενετική πόλη
Πηγή: Χάρτης του F. de Witt, Amsterdam, 1680

Θα ήταν παράλειψη αν στην περιγραφή των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής δεν γίνει αναφορά στο Παυλοπέτρι. Το Παυλοπέτρι είναι μια μικρή νησίδα απέναντι από την ομώνυμη παραλία ανατολικά του χωριού Βιγκλάφια και βόρεια της Ελαφονήσου, στη Λακωνία. Στην ευρύτερη περιοχή υπάρχουν αρχαιολογικά ευρήματα που μαρτυρούν την κατοίκηση της περιοχής από αρχαιότατους χρόνους. Μεταξύ της νησίδας και της ξηράς (Ακρωτήριο Πούντα) βρίσκεται αρχαία πόλη, βυθισμένη ελάχιστα μέτρα κάτω από τη στάθμη της θάλασσας, με ηλικία περίπου 5 χιλιετηρίδων.

Ήδη από το 1904, είχε εντοπίσει και περιγράψει την υποβρύχια πολιτεία ο γεωλόγος Φωκίων Νέγρης, πρώτος πρόεδρος της Ακαδημίας Αθηνών. Η Ελλάδα όμως δεν είχε τα μέσα ούτε και την οικονομική δυνατότητα να αναδείξει τον υποθαλάσσιο θησαυρό. Το 1967 ο καθηγητής Ωκεανογραφίας του Πανεπιστημίου του Southampton, N. Flemming, ανακάλυψε

την πολιτεία και τον επόμενο χρόνο με ομάδα αρχαιολόγων του πανεπιστημίου του Cambridge την χαρτογράφησε, σε συνεργασία με τον Έφορο Αρχαιοτήτων Σπάρτης, καθηγητή Άγγελο Δεληβορριά.

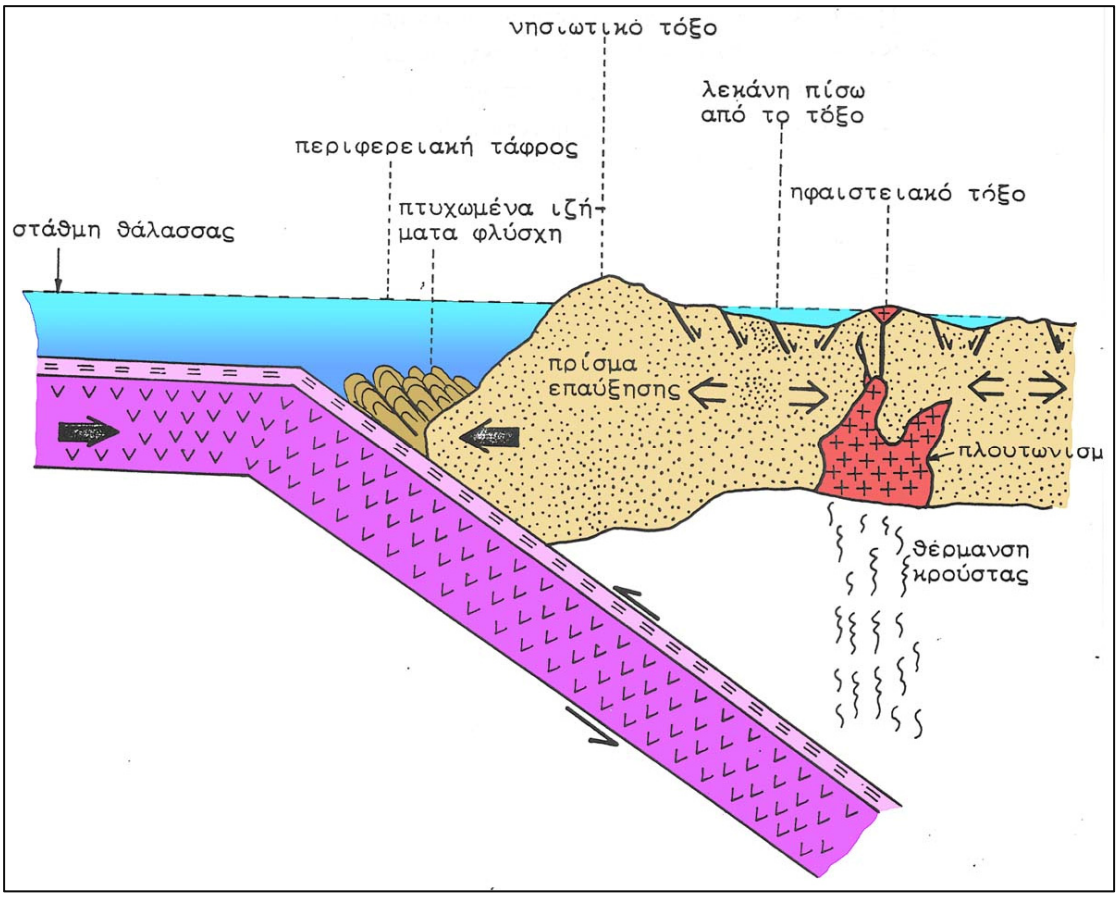
Κατά την αρχαιότητα η σημερινή Ελαφόνησος δεν αποτελούσε νησί αλλά την χερσόνησο «Όνου Γνάθος» σύμφωνα με τον Παυσανία, ο οποίος στην περιήγησή του περιγράφει την πόλη στην ποντισμένη σήμερα περιοχή της νησίδας Παυλοπέτρι. Ο N. Flemming είχε υποθέσει ότι η πόλη βρισκόταν σε άνθηση το 1500 π.Χ. και στη συνέχεια καταποντίστηκε υπό αδιευκρίνιστα αίτια, με πιο πιθανή εκδοχή την ενδεχόμενη ευστατική άνοδο της στάθμης της θάλασσας (Flemming 1968a, b, 1978; Harding et al. 1969; Harding 1970; Henderson et al.).

Το Παυλοπέτρι όμως, που είναι η παλαιότερη γνωστή βυθισμένη πόλη στον κόσμο, φαίνεται πως όχι μόνο αποτελούσε ένα σημαντικό ναυτικό κέντρο ήδη από το 3000 π.Χ., αλλά, όπως προκύπτει από τα τελευταία στοιχεία, η μοίρα της δεν σφραγίστηκε από την άνοδο της θάλασσας αλλά από περισσότερο βίαια συμβάντα. Σύμφωνα με επιστημονικές έρευνες, θεωρείται ότι το Παυλοπέτρι ποντίσθηκε το 375 μ.Χ. από τον ίδιο σεισμό όπου το παλιρροιακό κύμα που δημιουργήθηκε καταπόντισε το Γύθειο στα νερά του Λακωνικού Κόλπου θάβοντας ή πνίγοντας τους κατοίκους του (Γαλανόπουλος, 1955, Παπαζάχος & Παπαζάχου, 1989). Πιο συγκεκριμένα όμως, με έρευνα των Ιάκωβου Σταμούλη και Ηλία Κρούπη ο σεισμός αυτός εκτιμήθηκε ότι ήταν έντασης άνω των 7 με 8 Richter και ότι είναι το ίδιο φαινόμενο που συντελέστηκε ταυτόχρονα στον Γέρακα, την Μονεμβασιά και την Πλύτρα, αλλά πιθανόν και στα Κύθηρα. Το μέγεθος αυτό του σεισμού συντέλεσε στο φαινόμενο του καταποντισμού και της αποκοπής της χερσονήσου Όνου Γνάθος με αποτέλεσμα τη δημιουργία της σημερινής Ελαφόνησου.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η περιοχή μελέτης αποτελεί μια τεκτονικά ενεργή περιοχή με έντονη σεισμική δραστηριότητα. Στο συμπέρασμα αυτό καταλήγει κανείς και από την παρατήρηση ότι η χερσόνησος του Μαλέα βρίσκεται σε σχετικά μικρή απόσταση (περίπου 60 km) από τη ζώνη υποβύθισης της Αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική. Επιπλέον, την ενεργή τεκτονική που εκδηλώνεται με την ανύψωση της χερσαίας περιοχής μαρτυρά η παρουσία των ανυψωμένων αναβαθμίδων, που αντιστοιχούν σε παλαιές ακτογραμμές του Ανώτερου Τεταρτογενούς, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν σαν επιφάνειες αναφοράς για την εκτίμηση της κατά βάθους διάβρωσης των ποτάμιων κοιτών.

3.6. Γεωτεκτονική θέση της περιοχής μελέτης

Η Πελοπόννησος είναι μια τεκτονικά ενεργή περιοχή με παγκόσμιο ενδιαφέρον όπως αναφέρθηκε παραπάνω, γεγονός που οφείλεται στη γεωτεκτονική της θέση, δηλαδή, στα όρια της Ευρασιατικής τεκτονικής πλάκας με αυτήν της Αφρικανικής.

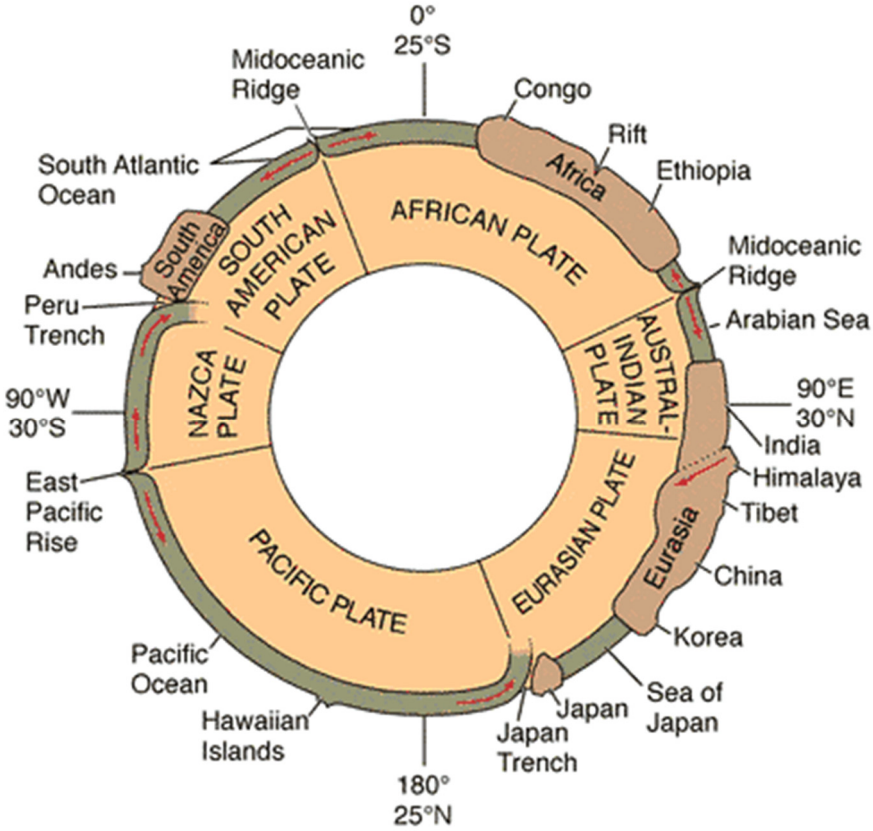


Εικόνα 3. Σκαρίφημα που δείχνει τη γεωτεκτονική κατάσταση και τα συνοδά φαινόμενα στο στάδιο της σύγκλισης μιας ωκεάνιας και μιας ηπειρωτικής πλάκας.
Πηγή: http://www.geo.auth.gr/871/ch1/sxima_9a.jpg

Σύμφωνα με τη θεωρία των λιθοσφαιρικών ή τεκτονικών πλακών, οι λιθοσφαιρικές πλάκες αποτελούν τμήματα του στερεού φλοιού της γης τα οποία επιπλέουν πάνω στην ασθενόσφαιρα του μανδύα. Λόγω εσωτερικών ρευμάτων ανάδευσης στο μανδύα προκαλείται μια ανεξάρτητη κίνηση των πλακών, κάνοντας τις να κινούνται με αργούς ρυθμούς πάνω από την ασθενόσφαιρα.

Ο X. L. Pichon το 1968, διατύπωσε την άποψη ότι η γη διαιρείται σε έξι μεγάλες πλάκες την Ευρασιατική, την Αμερικάνικη, την Αρφικανική, την Ινδική, την Ειρηνική και την Ανταρκτική.

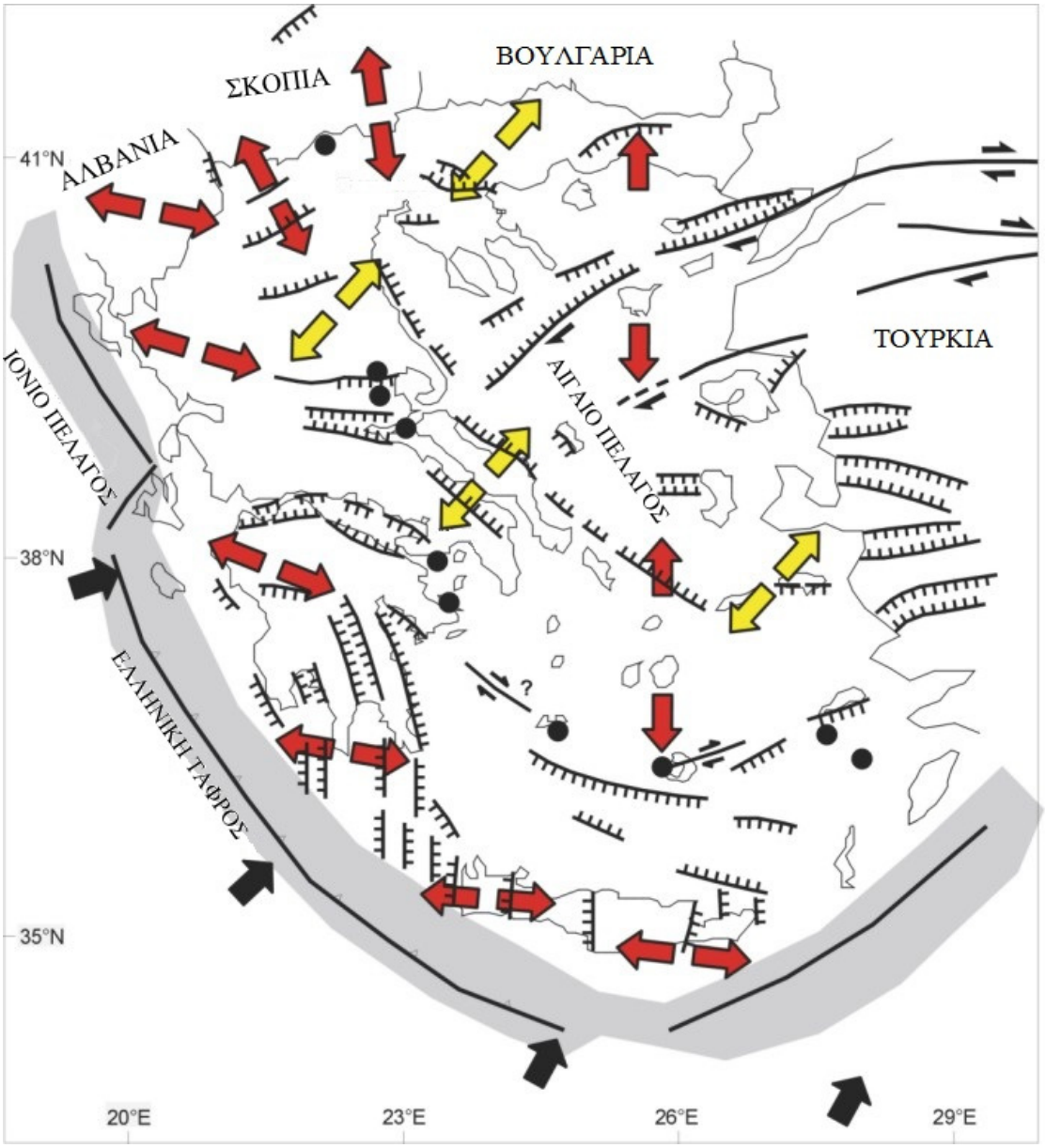
Οι πλάκες έχουν τρία είδη ορίων τις μεσοωκεάνιες ράχες, όπου σχηματίζεται νέος φλοιός, τις ζώνες υποβύθισης, όπου ο φλοιός εξαφανίζεται



Εικόνα 4. Εικόνα: Σχηματικό διάγραμμα των κύριων και δευτερευόντων λιθοσφαιρικών πλακών του φλοιού της γης.
Πηγή: http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge427y/chapter024.html

στις περιοχές των ωκεάνιων τάφρων, και τα ρήγματα μετασχηματισμού, όπου ούτε καταστρέφεται ο υπάρχων φλοιός, αλλά ούτε δημιουργείται καινούργιος.

Στην περίπτωση του ελλαδικού χώρου και της Πελοποννήσου, το όριο της Ευρασιατικής και Αφρικανικής πλάκας αποτελεί μια ζώνη υποβύθισης, αφού η Αφρικανική πλάκα βυθίζεται κάτω από την Ευρασιατική (Εικόνα 3). Η έκλυση της ενέργειας, από τη σύγκλιση των δύο πλακών, έχει δημιουργήσει πολλούς ορεινούς όγκους, τόσο στη περιοχή μελέτης, όσο και στην ευρύτερη περιοχή της Ελλάδας. Η ιδιαίτερη γεωτεκτονική θέση την οποία κατέχει η Πελοπόννησος στο ελληνικό ορογενετικό τόξο, την καθιστά ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα από τεκτονικής άποψης.



Χάρτης 8. Χάρτης του Ελληνικού ορογενετικού τόξου. Επιπλέον απεικονίζονται οι κύριες ενεργές ρηξιγενείς ζώνες.
Πηγή: http://www.geo.auth.gr/871/ch5/sxima_41.jpg

4. Γεωμορφολογία

4.1. Γενικά

Η Γεωμορφολογία είναι η επιστήμη εκείνη που μελετά το γήινο ανάγλυφο, τις γεωμορφές του, την προέλευση τους, τις διαδικασίες που τις διαμορφώνουν και τις εξελίσσουν στο χρόνο. Το ανάγλυφο της επιφάνειας της γης διαμορφώνεται από τη συνδυαστική δράση των ενδογενών, εξωγενών και κοσμικών διεργασιών.

Οι ενδογενείς διεργασίες περιλαμβάνουν τις τεκτονικές κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών, τα θερμικά-βαρυτικά ρεύματα του μανδύα και την ηφαιστειακή δράση που σε συνδυασμό με τις εξωγενείς διεργασίες που διέπονται από φυσικές, χημικές, και βιολογικές διαδικασίες (εξαλλοίωσης, διάλυσης, ενυδάτωσης, οξείδωσης, διάβρωσης, αποσάθρωσης κ.ά.), τις κοσμικές ή εξωγήινες διεργασίες (μετεωρίτες, αστεροειδείς, κοσμική σκόνη και ακτινοβολία) καθώς και τη συμμετοχή των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, οδηγούν στη διαμόρφωση του γήινου αναγλύφου (Κ. Παυλόπουλος, 2011). Επομένως βάσει των παραπάνω, το ανάγλυφο θεωρείται ως ένα σύνολο υπολειμματικών γεωμορφών μιας γενικότερης γεωμορφολογικής εξέλιξης, κάθε μία από τις οποίες τείνει είτε να εξαλειφθεί είτε να μετασχηματιστεί.

Η γεωμορφολογική εξέλιξη μιας περιοχής είναι η δυναμική διαδικασία μετάβασης από ένα περιβάλλον σε ένα άλλο διαφορετικών συνθηκών, που χαρακτηρίζει μια χρονική περίοδο εξαρτώμενη από την γεωλογική δομή της περιοχής, την τεκτονική της εξέλιξη, τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες, την ένταση και τον χρόνο επίδρασης των φυσικών διεργασιών και τις ανθρώπινες επεμβάσεις. Η μελέτη και διερεύνηση της γένεσης και εξέλιξης των γεωμορφών καθώς επίσης και των διεργασιών που τις διαμορφώνουν, αποτελεί μια πολύπλοκη συνθετική εργασία ενός πλήθους μεταβλητών παραγόντων, δυναμικά αλληλεξαρτημένων (Κ. Παυλόπουλος, 2011).

Η μελέτη της γεωμορφολογικής εξέλιξης ή αλλιώς γεωμορφολογική μελέτη, έχει σκοπό την απόκτηση πληροφοριών για το παλαιοπεριβάλλον και τις διαχρονικές μεταβολές του σε μια περιοχή.

Η γεωμορφολογική μελέτη και ανάλυση μιας περιοχής γίνεται με τη χρήση δύο κυρίως μεθόδων. Την *περιγραφική γεωμορφολογική ανάλυση* και την *ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση*.

Η περιγραφική γεωμορφολογική ανάλυση βασίζεται στην συλλογή στοιχείων και πληροφοριών των γεωμορφών στην υπάρχουσα περιβαλλοντική κατάσταση, λαμβάνοντας υπόψιν όλους τους γεωμορφολογικούς παράγοντες και τις συνθήκες που διαμορφώνουν το σημερινό ανάγλυφο. Η ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση αντίθετα, βασίζεται στις μετρήσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των υδρολογικών λεκανών απορροής, οι οποίες μετά από την κατάλληλη στατιστική επεξεργασία παρέχουν την εικόνα της εξέλιξης της περιοχής μελέτης. Επειδή οι γεωμορφικές διεργασίες είναι ευαίσθητες στις συνθήκες δημιουργίας ενός περιβάλλοντος, τα αποτελέσματα των δυο μεθόδων ανάλυσης δεν μπορούν να συσχετισθούν. Επομένως, θα πρέπει κάποιος να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός στη γενίκευση και επέκταση των αποτελεσμάτων καθώς επίσης και στη συσχέτισή τους με τις γειτονικές περιοχές. Οπότε για να είναι τα αποτελέσματα μιας γεωμορφολογικής μελέτης και ανάλυσης ουσιαστικά και αντικειμενικά, πρέπει η θεώρηση των στοιχείων να είναι συνολική, συνθετική και εποπτική και όχι εξειδικευμένη και τμηματική.

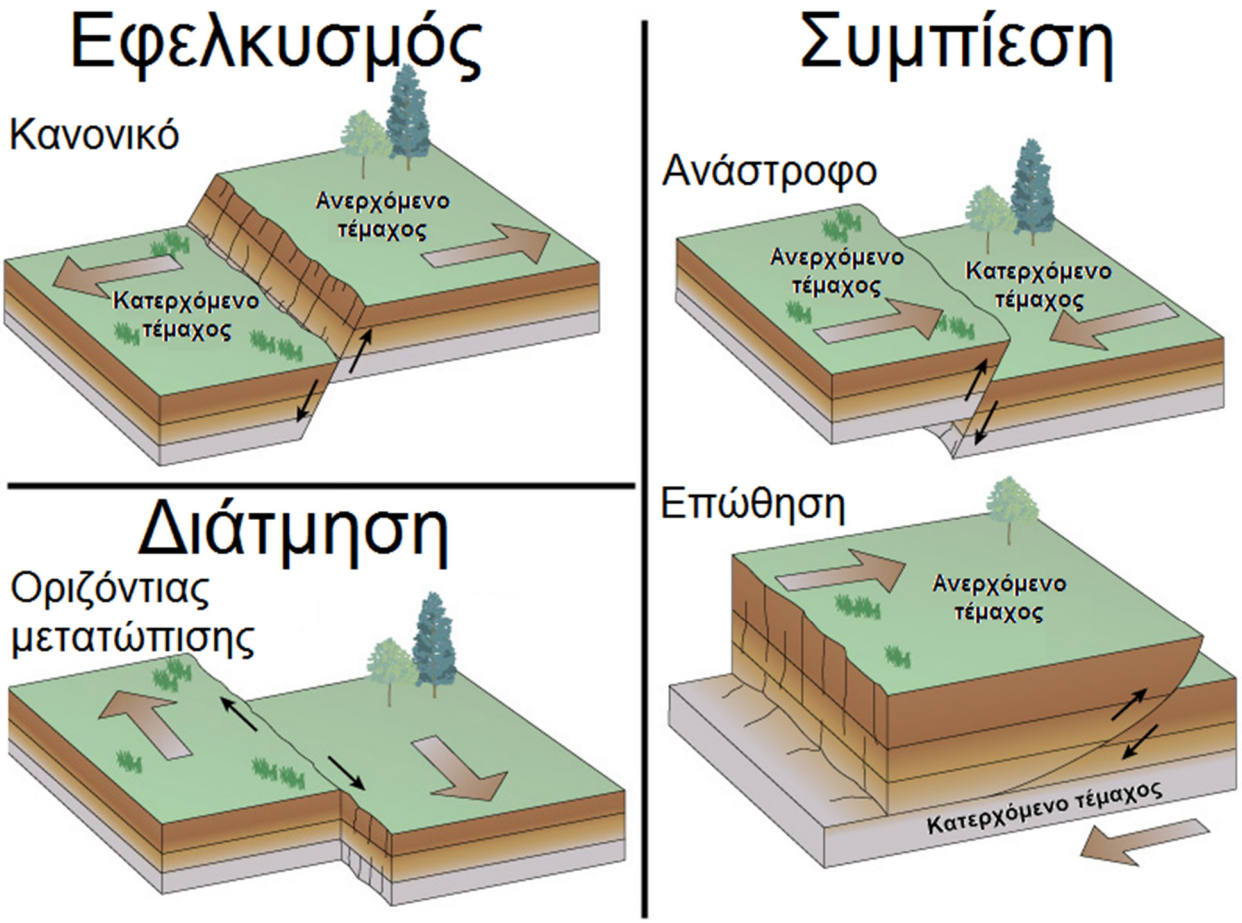
4.2. Ρήγματα

Ρήγμα ονομάζεται κάθε ρηξιγενής δομή (θραύση, διάρρηξη) των πετρωμάτων, εκατέρωθεν της οποίας παρατηρούνται μετακινήσεις των επί μέρους τμημάτων του γεωλογικού σχηματισμού που παραμορφώνεται. Οι μετατοπίσεις αυτές μπορεί πολλές φορές να είναι της τάξης μεγέθους από 1cm μέχρι και πάνω 1000m (μέχρι και εκατοντάδες χιλιόμετρα). Η επιφανειακή εξ' άλλου εξάπλωση ενός ρήγματος είναι δυνατόν να φθάνει σε μήκος πολλών χιλιομέτρων (Κ. Παυλόπουλος, 2011).

Ιδιαίτερα για τον Ελληνικό χώρο, τα ρήγματα είναι συνήθως το πιο σημαντικό στοιχείο της τεκτονικής παραμόρφωσης. Από αυτά, τα πρόσφατα ρήγματα (νεοτεκτονικά) συνδέονται με τη γένεση σεισμών, που με τη σειρά τους προκαλούν φυσικές καταστροφές. Γενικότερα ενεργά ρήγματα βάσει ορισμού, αποτελούν εκείνα τα οποία έχουν προκαλέσει τουλάχιστον έναν σεισμό κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 10.000 ετών, κατά τη διάρκεια δηλαδή του Ολοκαίνου. Στη φύση τα ρήγματα δεν συναντώνται μεμονωμένα αλλά σε σύνολα.

Τα ρήγματα, ανάλογα με τον τρόπο κίνησης των επί μέρους τμημάτων των γεωλογικών σχηματισμών εκατέρωθεν του ρήγματος, διακρίνονται με τη σειρά τους σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- Τα **κανονικά ρήγματα** δημιουργούνται από εφελκυστικές τάσεις (τα δύο τεμάχη απομακρύνονται) και εκφράζουν μια επιμήκυνση ή επέκταση του χώρου. Επιπλέον, τα ρήγματα αυτά προκαλούν τις κατακόρυφες μετατοπίσεις.
- Τα **ανάστροφα ρήγματα** δημιουργούνται από συμπιεστικές τάσεις (το ένα τέμαχος πλησιάζει το άλλο) και εκφράζουν μια σμίκρυνση του χώρου. Αποτέλεσμα της δράσης αυτών των ρηγμάτων είναι η δημιουργία εφιππεύσεων, επωθήσεων, λεπιώσεων και τεκτονικών καλυμμάτων.
- Τα **ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης** προκαλούν διατμητική – οριζόντια μετατόπιση με αντίθετες κατευθύνσεις. Αποτέλεσμα της δράσης αυτών των ρηγμάτων είναι η οριζόντια μετατόπιση των τμημάτων του γεωλογικού σχηματισμού εκατέρωθεν της ρηξιγενούς επιφάνειας.



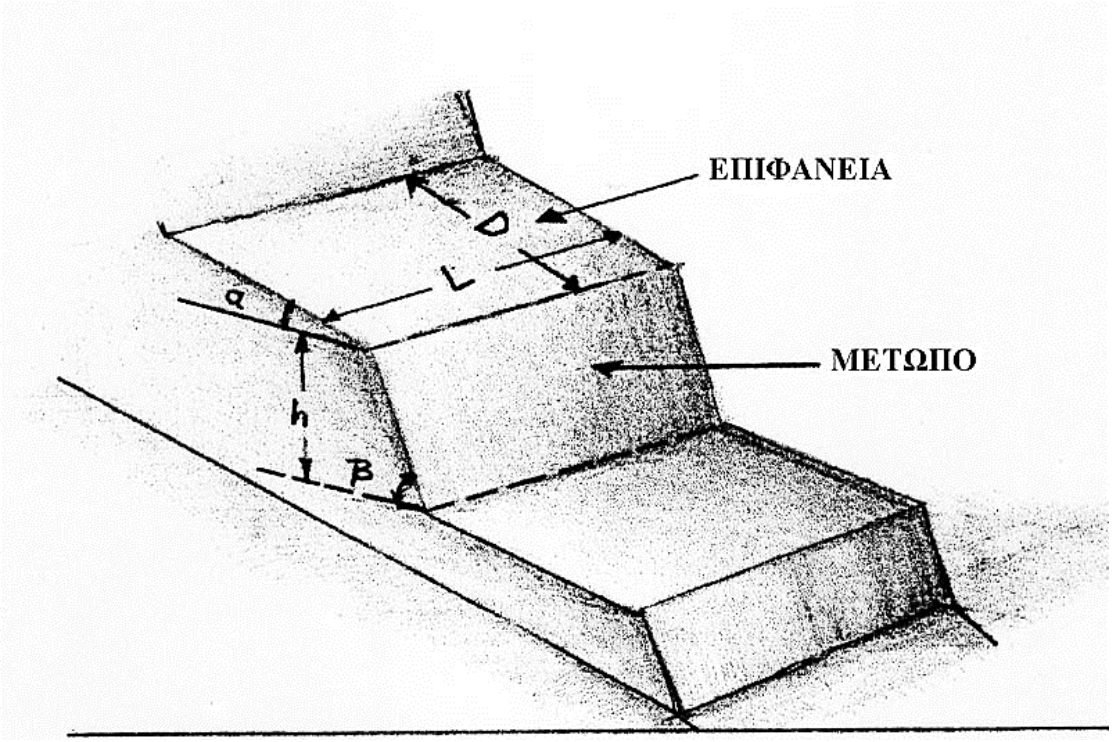
Εικόνα 5. Τύποι ρηγμάτων και τάσεις μετατόπισης.
Πηγή: https://www.quora.com/Why-is-North-India-always-prone-to-earthquakes

Στον ελλαδικό χώρο, κανονικά ρήγματα παρατηρούνται κυρίως στο εσωτερικό του Ελληνικού ορογενετικού τόξου, όπου επικρατούν εφελκυστικές δυνάμεις, ενώ ανάστροφα ρήγματα παρατηρούνται κυρίως κατά μήκος του τόξου. Τα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης είναι πιο σπάνια και παρατηρούνται στη περιοχή μεταξύ της Κεφαλονιάς και της Λευκάδας, και στη περιοχή του βόρειου Αιγαίου.

4.3. Αναβαθμίδες

4.3.1. Γενικά

Οι αναβαθμίδες είναι μορφές απόθεσης και διάβρωσης αφού ο σχηματισμός τους συνδέεται με εναλλαγές περιόδων που ήταν ενεργές η απόθεση και η διάβρωση αντίστοιχα. Πρόκειται για μεγάλα φυσικά σκαλοπάτια τα οποία αποτελούνται από μια επίπεδη επιφάνεια και μια απότομη κλιτύ. Πρόκειται για σχετικά επίπεδες επιφάνειες που μορφολογικά αποτελούνται από την επιφάνεια και το μέτωπο. Για τη μελέτη των αναβαθμίδων είναι σημαντικός ο υπολογισμός της κλίσης τόσο της επιφάνειας όσο και του μετώπου, αλλά και η σύσταση και η κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού των αποθέσεων από τις οποίες αποτελείται. Οι αναβαθμίδες, ανάλογα με τα αίτια γένεσής τους διακρίνονται σε ποτάμιες και σε θαλάσσιες (Κ. Παυλόπουλος, 2011).



Εικόνα 6. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά μιας αναβαθμίδας.
Πηγή: http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge427y/chapter087.html

4.3.2. Ποτάμιες αναβαθμίδες

Ποτάμια αναβαθμίδα είναι η γεωμορφή που αποτελείται από μια σχεδόν επίπεδη επιφάνεια που διακόπτεται από ένα απότομο μέτωπο. Θυμίζουν φυσικά σκαλοπάτια εκατέρωθεν της κοίτης του ποταμού, ανά ζεύγη ή μεμονωμένες και το υλικό τους αποτελεί μέρος των αποθέσεων μιας παλαιότερης κοιλάδας που διαβρώθηκε. Οι ποτάμιες αναβαθμίδες, ανάλογα με τα αίτια της δημιουργίας τους μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες, στις αναβαθμίδες απόθεσης και στις αναβαθμίδες διάβρωσης (Ε. Καρύμπαλης, 2015).

Οι *αναβαθμίδες απόθεσης* δημιουργούνται όταν προηγηθεί μια περίοδος πρόσχωσης της κοίτης του ποταμού με φερτά υλικά που μεταφέρει και στη συνέχεια ακολουθήσει μια περίοδος απομάκρυνσής τους με ταυτόχρονη κατά βάθος διάβρωση. Έτσι στα περιθώρια της παλιάς προσχωμένης κοίτης δημιουργούνται οι αναβαθμίδες απόθεσης, ως υπολειμματικές μορφές της παλιάς επιφάνειας απόθεσης που δεν διαβρώθηκαν (Ε. Καρύμπαλης, 2015).

Οι *αναβαθμίδες διάβρωσης* δημιουργούνται όταν οι παράγοντες που προκαλούν την κατά βάθος διάβρωση ενεργοποιούνται σταδιακά. Για παράδειγμα ένα ποτάμι το οποίο διαβρώνει παλαιότερες αλλουβιακές αποθέσεις, όταν δημιουργήσει ένα προφίλ ισορροπίας της κοίτης του σταματά την κατά βάθος διάβρωση και αρχίζει να διαβρώνει πλευρικά διευρύνοντάς την. Αν στην συνέχεια μεταβληθεί η κατάσταση ισορροπίας της κοίτης και αρχίσει μια νέα κατά βάθος διάβρωση, τότε το πλάτος της κοίτης του ποταμού περιορίζεται με αποτέλεσμα οι μορφολογικοί σχηματισμοί της παλιάς διεύρυνσης να παραμένουν στα περιθώρια της κοίτης ως αναβαθμίδες (Ε. Καρύμπαλης, 2015).

Επειδή είναι δυνατό οι ποτάμιες αναβαθμίδες να εμφανίζονται είτε μόνο από τη μια πλευρά ή εκατέρωθεν της κοίτης αλλά σε διαφορετικά σημεία, είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε το υψόμετρο στο οποίο εμφανίζονται, αλλά και το υλικό από το οποίο αποτελούνται έτσι ώστε να είναι δυνατή η συσχέτιση τους (Ε. Καρύμπαλης, 2015).

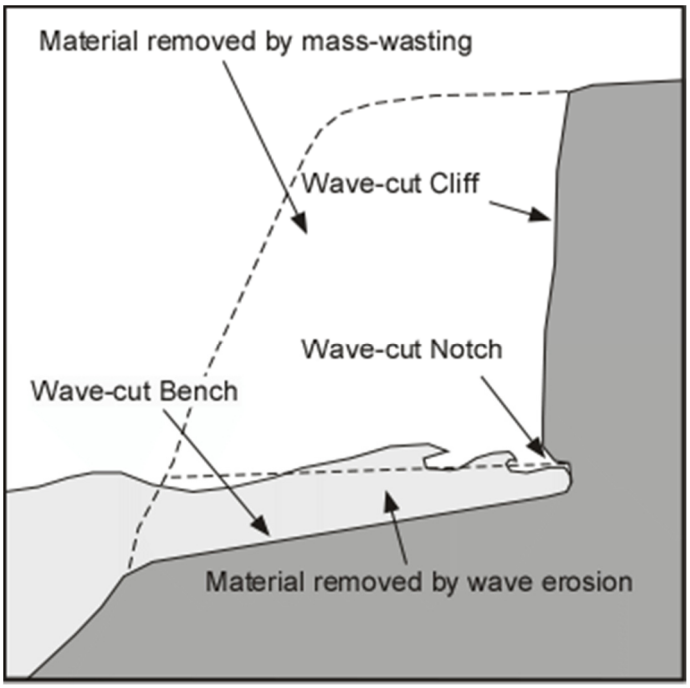
Σε ότι αφορά τη σχετική ηλικία των αναβαθμίδων, τουλάχιστον για τις ποτάμιες, η ανώτερη είναι η αρχαιότερη ενώ αυτή που βρίσκεται ακριβώς πάνω από την κοίτη είναι η νεότερη (Ε. Καρύμπαλης, 2015).

4.3.3. Θαλάσσιες αναβαθμίδες

Οι θαλάσσιες αναβαθμίδες είναι παράκτιοι πάγκοι που έχουν μετατοπιστεί από την αρχική θέση σχηματισμού τους και σήμερα βρίσκονται πάνω ή κάτω από τη στάθμη της θάλασσας. Η μετατόπιση των παράκτιων πάγκων από την αρχική θέση σχηματισμού τους οφείλεται σε εκτεταμένες διακυμάνσεις της στάθμης της θάλασσας με το χρόνο, που προκαλούνται από παγκόσμια ευστατικά αίτια ή τοπικά αίτια όπως ο τεκτονισμός και/ή το φαινόμενο της ισοστασίας ή συνήθως από τη συνδυασμένη δράση τοπικών και ευστατικών αιτίων (Ε. Καρύμπαλης 2010).

Οι θαλάσσιες αναβαθμίδες αναπτύσσονται κατά μήκος της παράκτιας ζώνης και αρκετά συχνά καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις. Έχει παρατηρηθεί ότι για να σχηματισθούν οι αναβαθμίδες, πρέπει να μεσολαβήσουν χρονικές περίοδοι κατά τις οποίες η στάθμη της θάλασσας παραμένει σταθερή ενώ ταυτόχρονα υπάρχει ένα γενικότερο καθεστώς τεκτονικής ανύψωσης της ξηράς (Ε. Καρύμπαλης 2010). Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια του σχηματισμού τους διακρίνονται τρία στάδια:

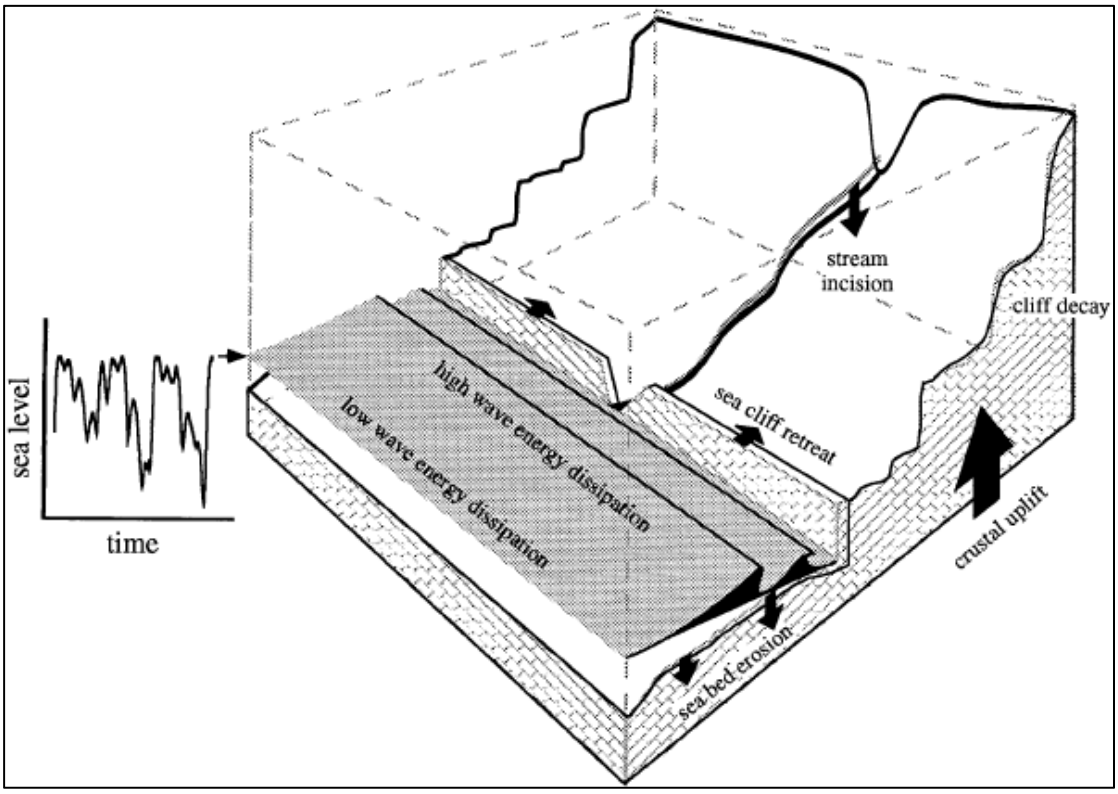
- Στο πρώτο στάδιο, το οποίο πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια μιας Μεσοπαγετώδους περιόδου (περίοδος υψηλής στάθμης της θάλασσας), σχηματίζεται από την διαβρωτική δράση των κυμάτων ένας παράκτιος πάγκος.



Εικόνα 7. Δημιουργία θαλάσσιου πάγκου από την δράση του κυματισμού.
Πηγή: http://www.tulane.edu/~sanelson/eens1110/oceans.htm

- Στο δεύτερο στάδιο ο παράκτιος πάγκος εγκαταλείπεται από τις θαλάσσιες διεργασίες κατά την έναρξη της παγετώδους περιόδου, τότε δηλαδή που ξεκινάει η πτώση της στάθμης της θάλασσας.
- Τέλος στο τρίτο στάδιο, ανυψώνεται ο παράκτιος πάγκος πάνω από την υψηλή θέση της στάθμης της θάλασσας και αποτελεί πλέον μια αναβαθμίδα. Η ανύψωση αυτή πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος στο οποίο η στάθμη της θάλασσας πέφτει από την υψηλή θέση στη χαμηλή και εν συνεχεία αρχίζει πάλι να ανεβαίνει.

Με την επανάληψη συνεπώς αυτής της διεργασίας κατά τη διαδοχή των παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων του Τεταρτογενούς, παρατηρείται η εμφάνιση σε αρκετές παράκτιες περιοχές σειρές από θαλάσσιες αναβαθμίδες οι οποίες βρίσκονται σε σταδιακά μεγαλύτερα υψόμετρα (Καρύμπαλης 2010).



Εικόνα 8. Ο σχηματισμός των θαλάσσιων αναβαθμίδων και η διάβρωσή τους από την δράση των ποτάμιων κοιτών (κατά βάθος διάβρωση).
Πηγή:
https://www.researchgate.net/publication/45622959_The_generation_and_degradation_of_marine_terraces

Επομένως, γίνεται φανερό ότι οι θαλάσσιες αναβαθμίδες αποτελούν τις παλαιές θέσεις της ακτογραμμής κατά διαστήματα των υψηλών σταθμών των μεσοπαγετωδών περιόδων του Πλειστοκαίνου (Ε. Καρύμπαλης 2010). Γι' αυτό το λόγο, η μελέτη τους μας δίνει σημαντικές πληροφορίες για τη

γεωμορφολογική εξέλιξη και το τεκτονικό καθεστώς των παράκτιων περιοχών. Παράλληλα, αποτελούν μορφολογικούς δείκτες στάθμης θάλασσας και έχουν χρησιμοποιηθεί παγκοσμίως για να αναγνωρισθούν οι αλλαγές της στάθμης της θάλασσας κατά το παρελθόν.

Περισσότερο λεπτομερή και ακριβή στοιχεία για τις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης, λόγω ευστατισμού, προέκυψαν τη δεκαετία του 1970, από τα δεδομένα πυρήνων γεωτρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στον πυθμένα βαθιών θαλασσών (N. J. Shackleton and N. D Opdyke, 1976). Από τις γεωτρήσεις αυτές λήφθηκαν ιζήματα, τα οποία χρονολογήθηκαν, αναλύθηκαν και υπολογίστηκε η σχετική αναλογία των ισοτόπων του οξυγόνου ^{16}O και ^{18}O στα κελύφη τρηματοφόρων (Ε. Καρύμπαλης, 2010).

Η αναλογία των ισοτόπων αυτών στα κελύφη των τρηματοφόρων, καθορίζει και την αναλογία τους στο θαλάσσιο νερό κατά την περίοδο που έζησαν. Η θερμοκρασία του νερού είναι καθοριστικός παράγοντας των αναλογιών των ισοτόπων αυτών στο θαλάσσιο νερό. Η συγκέντρωση των ισοτόπων ^{18}O αποτελεί έναν άμεσο δείκτη της ποσότητας του νερού που απομακρύνθηκε από τους ωκεανούς κατά τη διάρκεια των παγετωδών περιόδων και της έκτασης της παγοκάλυψης της γήινης επιφάνειας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η δέσμευση του θαλάσσιου νερού με τη μορφή πάγου, κατά τη διάρκεια των παγετωδών περιόδων, άφηνε το νερό των ωκεανών με μεγάλη συγκέντρωση ισοτόπων ^{18}O. Στο διάγραμμα που ακολουθεί (Διάγραμμα 6), φαίνονται οι διακυμάνσεις του ^{18}O στα δείγματα των πυρήνων των γεωτρήσεων για τα τελευταία 1.000.000 έτη (Ε. Καρύμπαλης, 2010).

Διάγραμμα 10. Διακυμάνσεις του ισοτόπου ^{18}O σε πυρήνα γεώτρησης μέχρι 1.000.000 έτη BP (πριν από σήμερα).
Πηγή: Shackleton N. J. and Opdyke N. D., 1976.

Παρόλα αυτά, τα γεωμορφολογικά στοιχεία σε αρκετές περιοχές, όπως είναι οι θαλάσσιες αναβαθμίδες, αποτελούν ενδείξεις για παλαιές ακτογραμμές όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι οποίες δεν συμφωνούν με τις

διαπιστώσεις που προέκυψαν από τη μελέτη των ισοτόπων οξυγόνου. Αυτό το φαινόμενο συμβαίνει εξαιτίας του ότι υπάρχουν τοπικά αίτια μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης, όπως είναι ο τεκτονισμός και η ισοστασία τα οποία ποικίλουν από περιοχή σε περιοχή.

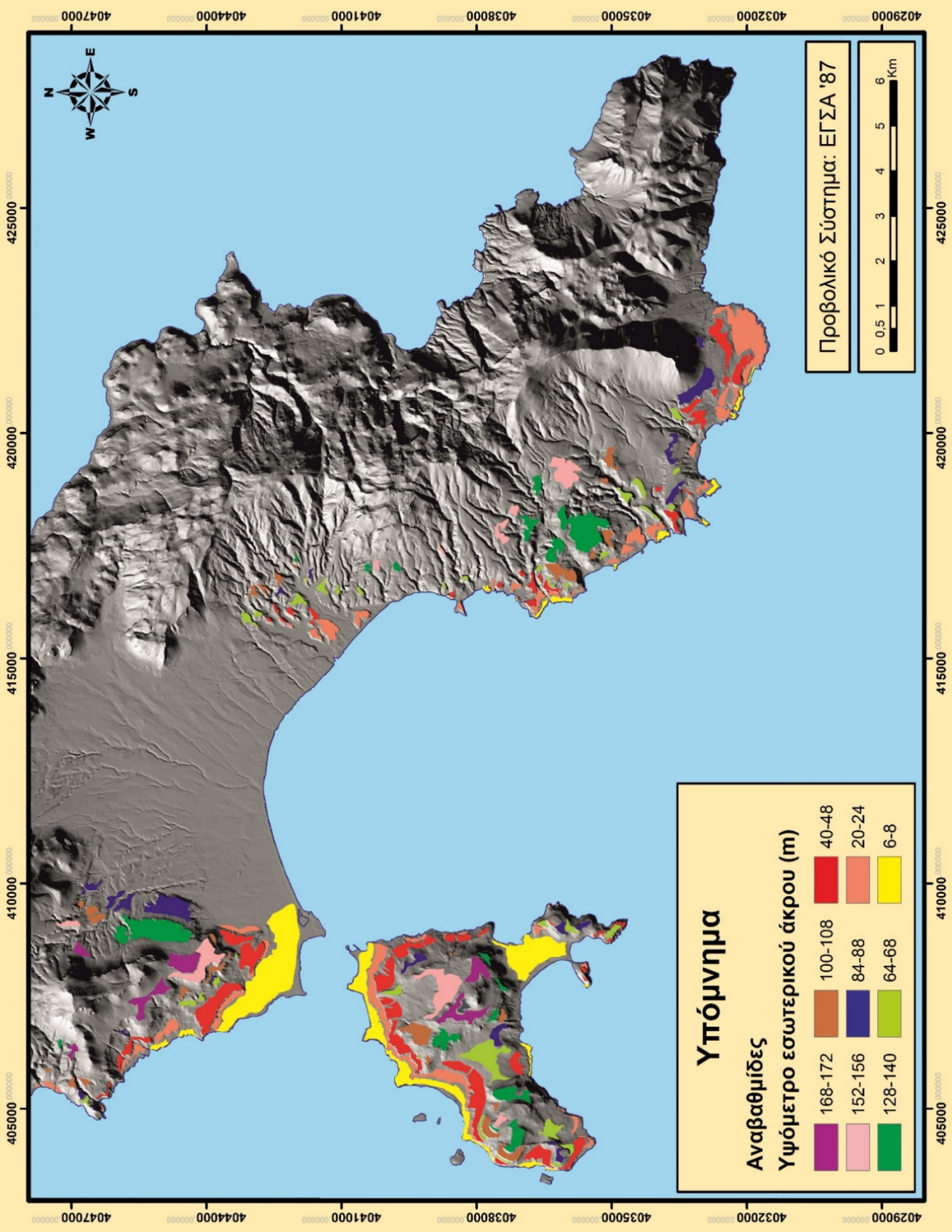
Στην περίπτωση της σχετική ηλικίας των θαλάσσιων αναβαθμίδων δεν είναι δυνατό να ισχύει το ίδιο με τις ποτάμιες, δηλαδή ότι η ανώτερη είναι η αρχαιότερη, ενώ η νεότερη είναι αυτή που βρίσκεται κοντά στην ακτή, γιατί όπως αναφέρθηκε παραπάνω ο σχηματισμός των θαλάσσιων αναβαθμίδων εξαρτάται από τις τεκτονικές κινήσεις και τις σχετικές μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης στην εκάστοτε περιοχή.

4.3.4. Θαλάσσιες αναβαθμίδες Νεάπολης – Μαλέα

Πολύ σημαντικό στοιχείο για τη παράκτια γεωμορφολογία αποτελούν οι θαλάσσιες αναβαθμίδες, δεδομένου ότι αποτελούν καταγραφές της θαλάσσιας στάθμης παλαιότερων περιόδων. Επιπροσθέτως, μέσα από την μελέτη των θαλάσσιων αναβαθμίδων μπορούμε να αποκομίσουμε σημαντικές πληροφορίες για τη της τεκτονική δραστηριότητα και κυρίως του ρυθμούς τεκτονικής ανύψωσης, τη πρόσφατη παραμόρφωση του φλοιού της γης και την ιστορία της σεισμικής δραστηριότητας.

Στην παράκτια ζώνη της ευρύτερης περιοχής της Νεάπολης και της χερσονήσου του Μαλέα, κατά μήκος της δυτικής ακτής υπάρχουν εκτεταμένες εμφανίσεις ανυψωμένων θαλάσσιων αναβαθμίδων. Πιο συγκεκριμένα, εντοπίζονται εννέα πολύ καλά ανεπτυγμένες θαλάσσιες αναβαθμίδες (χάρτης 9), οι οποίες είναι εμφανείς τόσο μέσα από δορυφορικές εικόνες και αεροφωτογραφίες, όσο και στο τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο που δημιουργήθηκε από την ψηφιοποίηση των λεπτομερών τοπογραφικών διαγραμμάτων της περιοχής κλίμακας 1:5.000.

Οι αναβαθμίδες είναι οριοθετημένες στη πλευρά της ξηράς από ένα εσωτερικό όριο που ονομάζεται γωνία της ακτογραμμής (shoreline angle) ή εσωτερικό άκρο (inner edge) και αποτελεί το σημείο συνάντησης του μετώπου και της επιφάνειας της αναβαθμίδας. Επιπρόσθετα, το εσωτερικό αυτό άκρο της αναβαθμίδας, είναι και η θέση στην οποία μπορεί να σχηματισθεί και να διατηρηθεί μια θαλάσσια εγκοπή από τη δράση του κυματισμού (Burbank & Anderson, 2007). Η κυματογενής αυτή εγκοπή και το σημείο συνάντησης του παράκτιου παλαιο-πάγκου (επιφάνειας) και του παράκτιου παλαιο-κρημνού (μετώπου) αντιπροσωπεύουν την παλιά ακτογραμμή, η οποία αντιστοιχεί σε ένα από τα κύρια μεσοπαγετώδη Στάδια



Χάρτης 9. Χάρτης που προέκυψε από την ψηφιοποίηση των τοπογραφικών χαρτών 1:5.000 της ΓΥΣ και απεικονίζει τις θαλάσσιες αναβαθμίδες της περιοχής μελέτης. Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Ισοτόπων Οξυγόνου (OIS) που αποδίδονται από την ευστατική καμπύλη (N. J. Shackleton & N. D. Opdyke, 1976 & J. Chapell & N. J. Shackleton, 1986).

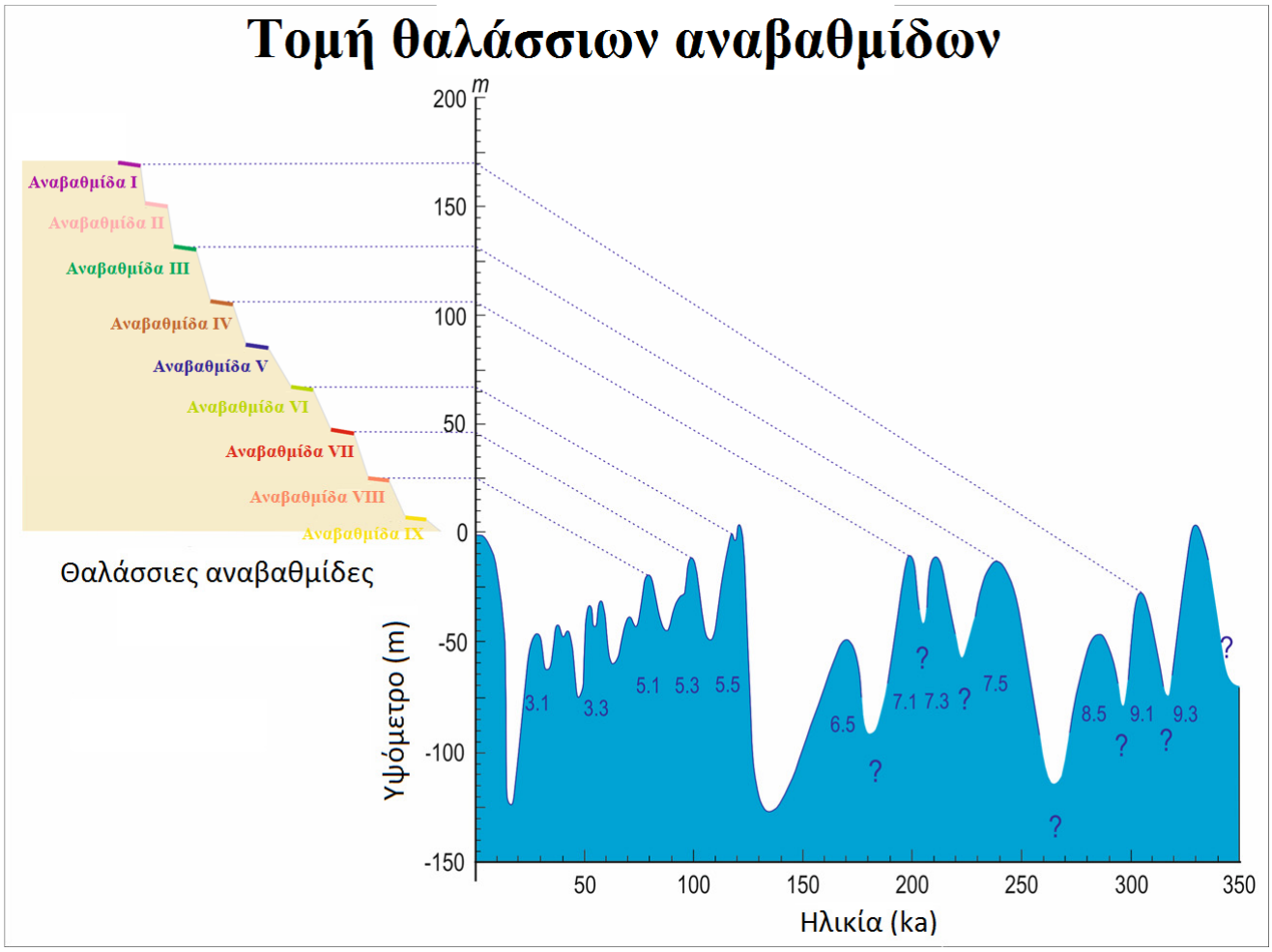
Οι εννέα αναβαθμίδες στην περιοχή μελέτης, έχουν ομαδοποιηθεί ανάλογα με το υψόμετρο εμφάνισής τους. Επιπλέον, έχουν ονομαστεί ως I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII και IX από την τοπογραφικά υψηλότερη και ηλικιακά παλαιότερη, προς την κατώτερη και πλησιέστερη στην ακτογραμμή.

Τάξη	Υψόμετρο εσωτερικού άκρου (m a.s.l.)	Στάδιο ισοτόπων Οξυγόνου	Στάθμη θάλασσας (m)	Ηλικία (έτη)	Διόρθωση στάθμης θάλασσας (m)
I	168-172	9.1	+8	330,000	-8
II	152-156	-	-	-	-
III	128-140	7.1	+10	240,000	-10
IV	100-108	7.1	+8	200,000	-8
V	84-88	-	-	-	-
VI	64-68	5.5	+6	125,000	-6
VII	40-48	5.3	-9	100,000	+9
VIII	20-24	5.1	-19	80,000	+19
IX	6-8	-	-	-	-

Πίνακας 3. Το υψόμετρο των παλαιο-ακτογραμμών (μέγιστο-ελάχιστο) και συσχέτιση των παράκτιων αναβαθμίδων με τα ισοτοπικά στάδια Οξυγόνου λαμβάνοντας υπόψη ένα μέσο ρυθμό τεκτονικής ανύψωσης που αντιστοιχεί σε 0,49 mm/yr.
Πηγή: Karymbalis, E., Gaki-Papanastassiou, K., Papanastassiou, D., Tsodoulos, I., Tsivgoulis, N., Tsanakas, K., Valkanou, N. (2015) Quaternaty uplifted shorelines of the broader area of cape Maleas - Neapolis - Elafonissos Isl. (Peloponnese, Greece). IAG Regional Conference Proceedings, Barnaoul Russia, July 2-4, 2015.

Η χρονολόγησή των αναβαθμίδων III, IV, VI, VII και VIII έγινε με την μέθοδο της ***Optical Stimulated Luminescence*** (OSL). Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη διαπίστωση ότι κρυσταλλικά τεμαχίδια - κόκκοι ιζήματος, όπως οι κόκκοι άμμου από χαλαζία, απελευθερώνουν ενέργεια φωταύγειας που προέρχεται από την έκθεση του δείγματος στο ηλιακό φως (όπως για παράδειγμα όταν κείτονται σε έναν αιγιαλό ή στην επιφάνεια παράκτιων αμμωδών θινών). Όταν όμως τα κρυσταλλικά αυτά τεμαχίδια θάβονται, καλύπτονται δηλαδή από άλλες αποθέσεις, αρχίζουν να αποθηκεύουν την

ενέργεια αυτή. Έτσι μετρώντας το ποσό της ενέργειας που έχει συσσωρευτεί σε ένα θαμμένο ίζημα μπορεί να εκτιμηθεί πότε ήταν για τελευταία φορά εκτεθειμένο στο ηλιακό φως (Ε. Καρύμπαλης, 2010).



Εικόνα 9. Συσχέτιση των θαλάσσιων αναβαθμίδων της περιοχής Νεάπολης – Μαλέα στο χώρο και στο χρόνο. Λαμβάνοντας υπόψη ένα σταθερό μέσο ρυθμό τεκτονικής ανύψωσης ίσο με 0,49 mm/yr το ύψος των έξι παλαιο-ακτογραμμών συσχετίζονται με τα στάδια υψηλής στάθμης θάλασσας του Ανώτερου Τεταρτογενούς.
Πηγή: Karymbalis, E., Gaki-Papanastassiou, K., Papanastassiou, D., Tsodoulos, I., Tsivgoulis, N., Tsanakas, K., Valkanou, N. (2015) Quaternaty uplifted shorelines of the broader area of cape Maleas - Neapolis - Elafonissos Isl. (Peloponnese, Greece). IAG Regional Conference Proceedings, Barnaoul Russia, July 2-4, 2015.

4.4. Υδρογραφικά δίκτυα

4.4.1. Γενικά

Η διαμόρφωση του τοπογραφικού ανάγλυφου της επιφάνειας της γης εξαρτάται σε μεγάλο ποσοστό στην αλληλεπίδραση του νερού τόσο σε υγρή όσο και σε στερεή μορφή (π.χ. παγετώνες) με τους γεωλογικούς σχηματισμούς. Οι διεργασίες του νερού όπως η αποσάθρωση, η διάβρωση, η μεταφορά και απόθεση του θρυμματισμένου ή διαλυμένου υλικού των γεωλογικών σχηματισμών της επιφάνειας της γης είναι πολύ σημαντικές σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη με αποτέλεσμα οι περισσότερες γεωμορφές να είναι αποτέλεσμα της δράσης του νερού (Β. Μοντεσάντου, 1999).

Υδρογραφικό δίκτυο είναι το σύνολο των ρυακιών, χειμάρρων, παραποτάμων και ποταμών μέσω των οποίων αποστραγγίζεται μια περιοχή. Αποτελεί το μεταφορικό μέσο για την κίνηση του επιφανειακού νερού και των ιζημάτων μιας υδρολογικής λεκάνης. Η υδρολογική λεκάνη είναι μια καλά καθορισμένη τοπογραφική και υδρολογική ενότητα, η οποία αποτελεί τη στοιχειώδη χορική μονάδα της επιφάνειας της χέρσου. Οι πλαγιές και κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου αποτελούν τα βασικά στοιχεία της (Κ. Βουβαλίδης, 2011). Η υδρολογική λεκάνη και το αντίστοιχο υδρογραφικό της δίκτυο τροφοδοτείται με νερά, από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, από τις εκφορτίσεις των υπόγειων υδροφόρων οριζόντων με τη μορφή εποχικών και μόνιμων πηγών, από τις υπερχειλίσεις και τις άμεσες τροφοδοσίες των λιμνών, από τις πλευρικές μεταγγίσεις και διηθήσεις των υποκείμενων γεωλογικών σχηματισμών ή από την τήξη των παγετώνων (Κ. Παυλόπουλος, 2011).

Ο σχηματισμός ενός υδρογραφικού δικτύου «γεωμορφολογικά» ξεκινά με την ανάδυση μιας περιοχής από την θάλασσα (λόγω τεκτονικών κινήσεων). Με τους γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής να εκτίθενται σε εξωγενείς διεργασίες, και τις αρχικές κλίσεις του αναδυόμενου όγκου ναι είναι μικρές, οι διαβρωτικές διεργασίες είναι ήπιες. Καθώς η περιοχή ανυψώνεται, η διάβρωση γίνεται εντονότερη και οι ποταμοχειμάρριες αποθέσεις μεγαλύτερες σε πάχος και έκταση. Αν η ανύψωση είναι συνεχής, το υδρογραφικό δίκτυο εκβαθύνεται και το ανάγλυφο παραμένει έντονο σε όλη την περίοδο της ορογένεσης (Κ. Παυλόπουλος, 2011).

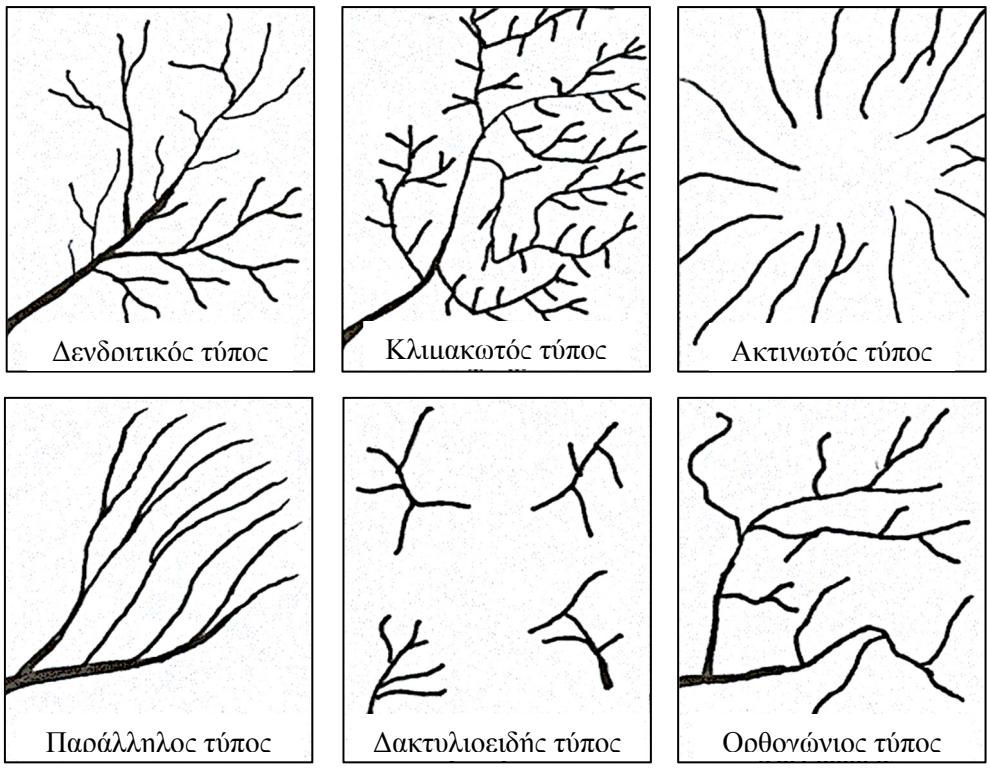
Στα υδρογραφικά δίκτυα διαφαίνονται οι επιδράσεις πολλών παραγόντων, όπως είναι οι αρχικές κλίσεις των κλιτύων, η διαφορά αντοχής των πετρωμάτων, η γεωλογική δομή του υποκείμενου πετρώματος (λιθολογία και τεκτονική), η πρόσφατη γεωμορφολογική και γεωλογική ιστορία της

υδρογραφικής λεκάνης (Α. Παπαπέτρου – Ζαμάνη, 1995). Για το λόγο αυτό η μελέτη των υδρογραφικών δικτύων είναι βαρύνουσας σημασίας τόσο για την ερμηνεία των γεωμορφών μιας περιοχής, όσο και για τη διερεύνηση της γεωμορφολογικής της εξέλιξης.

Το σχήμα του υδρογραφικού δικτύου αντικατοπτρίζει σχεδόν πάντα τις γεωλογικές, τεκτονικές και κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Οι σημαντικότεροι τύποι υδρογραφικών δικτύων είναι οι εξής:

- **Δενδριτικός:** Είναι ο συνηθέστερος τύπος υδρογραφικού δικτύου. Οι κλάδοι ενώνονται μεταξύ τους με διάφορες τυχαίες γωνίες. Αναπτύσσεται συνήθως σε περιοχές με γεωλογικούς σχηματισμούς αντίστοιχης αντίστασης στη διάβρωση και συνήθως δεν υπάρχουν τεκτονικές και γεωλογικές δομές, που να εμποδίζουν ή να περιορίζουν την ανάπτυξη των κλάδων.
- **Ορθογώνιος:** Αναπτύσσεται σε περιοχές τεκτονικά καταπονημένες από ρήγματα ή διακλάσεις, τα οποία και ακολουθούν.
- **Παράλληλος:** Εμφανίζεται συνήθως σε περιοχές με απότομο ανάγλυφο ή όταν το νερό ρέει διαμέσου μη συνεκτικών (χαλαρών) υλικών.
- **Κλιμακωτός:** συνήθως αναπτύσσεται στις περιοχές εκείνες όπου η γεωλογική και η τεκτονική δομή έχουν έντονη επίδραση στους ποτάμιους κλάδους. Οι κλάδοι αυτοί διευθύνονται παράλληλα με τις τεκτονικές, δομές (πτυχές, επαφές πετρωμάτων) ενώ οι πιο μικροί κλάδοι ενώνονται με τον κυρίαρχο κλάδο τα ποταμού σε ορθές γωνίες.
- **Ανώμαλος:** η μορφή του είναι ακανόνιστη και αναπτύσσεται κυρίως στις περιοχές εκείνες το ανάγλυφο των οποίων αποκαλύφθηκε πρόσφατα με την υποχώρηση των ενδοχωρικών παγετώνων μετά το πέρας της τελευταίας παγετώδους περιόδου (12.000-18.000 χρόνια πριν).
- **Ακτινωτός:** οι κλάδοι σε αυτόν τον τύπο υδρογραφικού δικτύου αναπτύσσονται ακτινωτά και προς το εξωτερικό τμήμα της περιοχής στην οποία εμφανίζεται το δίκτυο, όπως για παράδειγμα σε έναν ηφαιστειακό βαθόλιθο ή σε έναν ηφαιστειακό κώνο.

Επιπρόσθετα, εκτός από τους παραπάνω βασικούς τύπους υδρογραφικών δικτύων υπάρχουν πολλοί περισσότεροι, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τη μορφολογία των περιοχών που αποστραγγίζουν. Οι περισσότερες περιοχές εμφανίζουν ένα σύνθετο υδρογραφικό δίκτυο που συνδυάζει χαρακτηριστικά δύο ή και περισσότερων τύπων, από αυτούς που αναφέρθηκαν (Κ. Παυλόπουλος, 2011).



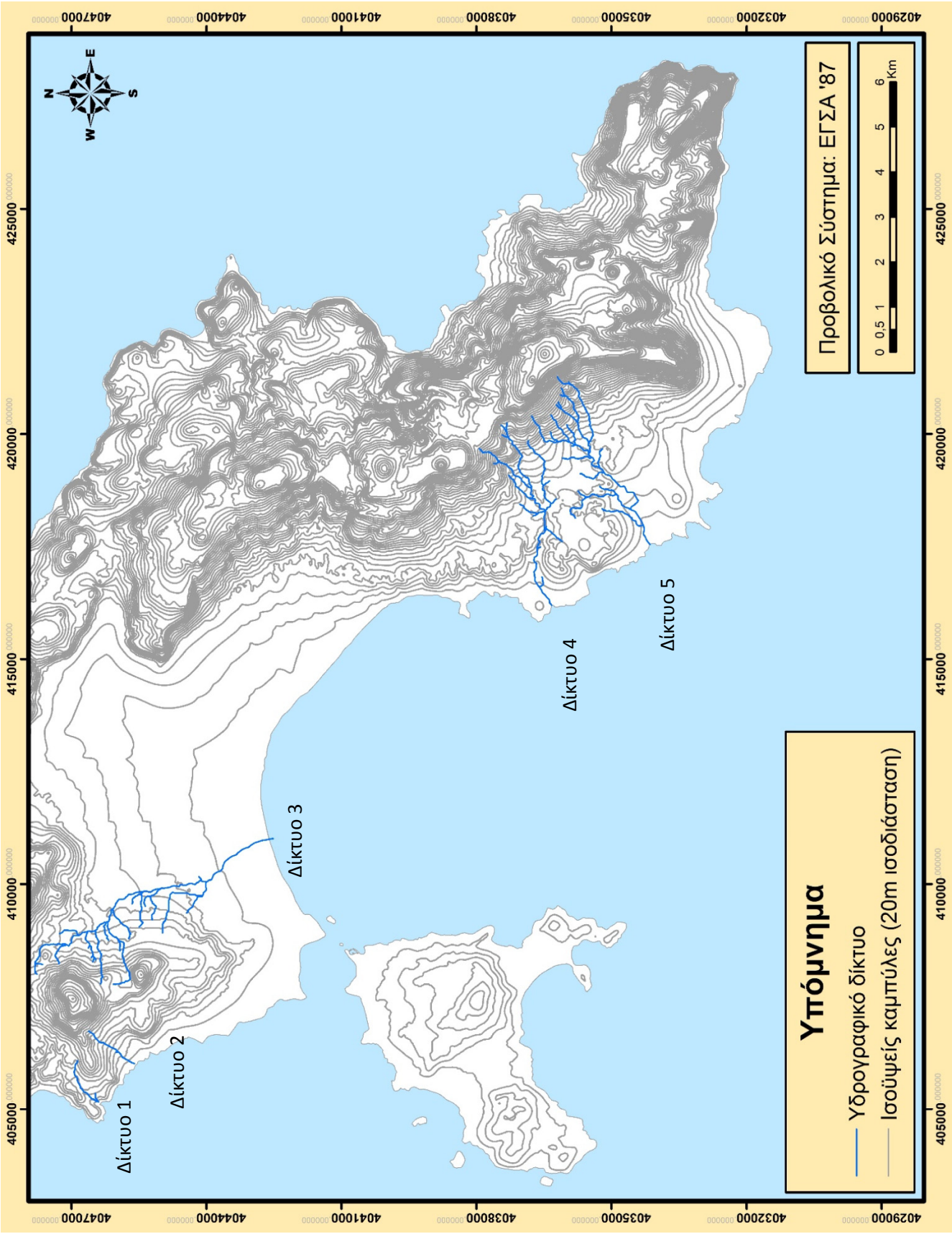
Εικόνα 10. Διάφοροι τύποι υδρογραφικών δικτύων.
Πηγή: Wetzel 1991 και Παπαπέτρου-Ζαμάνη 1993, ιδία επεξεργασία.

4.4.2. Υδρογραφικά δίκτυα της περιοχής μελέτης

Τα υδρογραφικά δίκτυα στην ευρύτερη περιοχή της Νεάπολης και του Μαλέα, σε συνδυασμό με τον πρόσφατο τεκτονισμό που έδρασε στη περιοχή, έχουν συμβάλλει σημαντικά στη διαμόρφωση και τη μορφολογία του σημερινού αναγλύφου.

Οι χείμαρροι που μελετήθηκαν δεν είναι μόνιμης αλλά εφήμερης ροής. Δεν εμφανίζουν δηλαδή νερό στην κοίτη τους καθ' όλη τη διάρκεια του έτους αλλά περιστασιακά όταν η βροχόπτωση είναι μεγαλύτερη από την τιμή της κατείσδυσης με αποτέλεσμα να εμφανίζεται επιφανειακή απορροή. Δεδομένου ότι οι χείμαρροι που μελετήθηκαν είναι εποχιακοί, δεν έχουν ονομασίες, οπότε για τους σκοπούς της μελέτης αποκαλούνται Δίκτυο 1, Δίκτυο 2, Δίκτυο 3, Δίκτυο 4 και Δίκτυο 5 αντίστοιχα, με τη σειρά με την οποία εμφανίζονται στον ακόλουθο χάρτη, από Βορρά προς Νότο.

Ο κύριος τύπος των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής μελέτης είναι ο δενδριτικός κυρίως για τα ανώτερα τμήματά τους, ο οποίος χαρακτηρίζεται από την ακανόνιστη διακλάδωση των παραποτάμων προς διάφορες διευθύνσεις με διαφορετικές γωνίες. Στον παρακάτω χάρτη αποτυπώνονται τα υδρογραφικά δίκτυα τα οποία μελετώνται στην παρούσα εργασία. Είναι προφανές ότι η κατά βάθος διάβρωση εκτιμήθηκε κατά μήκος των κεντρικών κοιτών των δικτύων σε επιλεγμένες θέσεις.



Χάρτης 10. Τοπογραφικός χάρτης υδρογραφικών δικτύων.
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

5. Επιμήκεις τομές

5.1. Γενικά

Οι επιμήκεις τομές είναι η απεικόνιση του πραγματικού μήκους της κεντρικής κοίτης ενός ποταμού σε σχέση με το υψόμετρο (M. Takeshi, 1996, A. N. Clark, 2003, Α. Κόντου κ.α., 2004). Στην περιοχή μελέτης έγιναν πέντε επιμήκεις τομές κατά μήκος των κεντρικών κοιτών των αντίστοιχων υδρογραφικών δικτύων (Χάρτης 10). Η επιλογή της διαδρομής που ακολουθήθηκε σε κάθε περίπτωση ήταν υποκειμενική. Κύριο κριτήριο για την εκτίμηση του ποιος κλάδος του δικτύου αντιστοιχεί στην συνέχιση της κεντρικής κοίτης ήταν η διαμόρφωση της κοίτης και της αντίστοιχης κοιλάδας. Ακολουθήθηκαν κλάδοι με έντονο V και καλύτερα ανεπτυγμένες κοιλάδες.

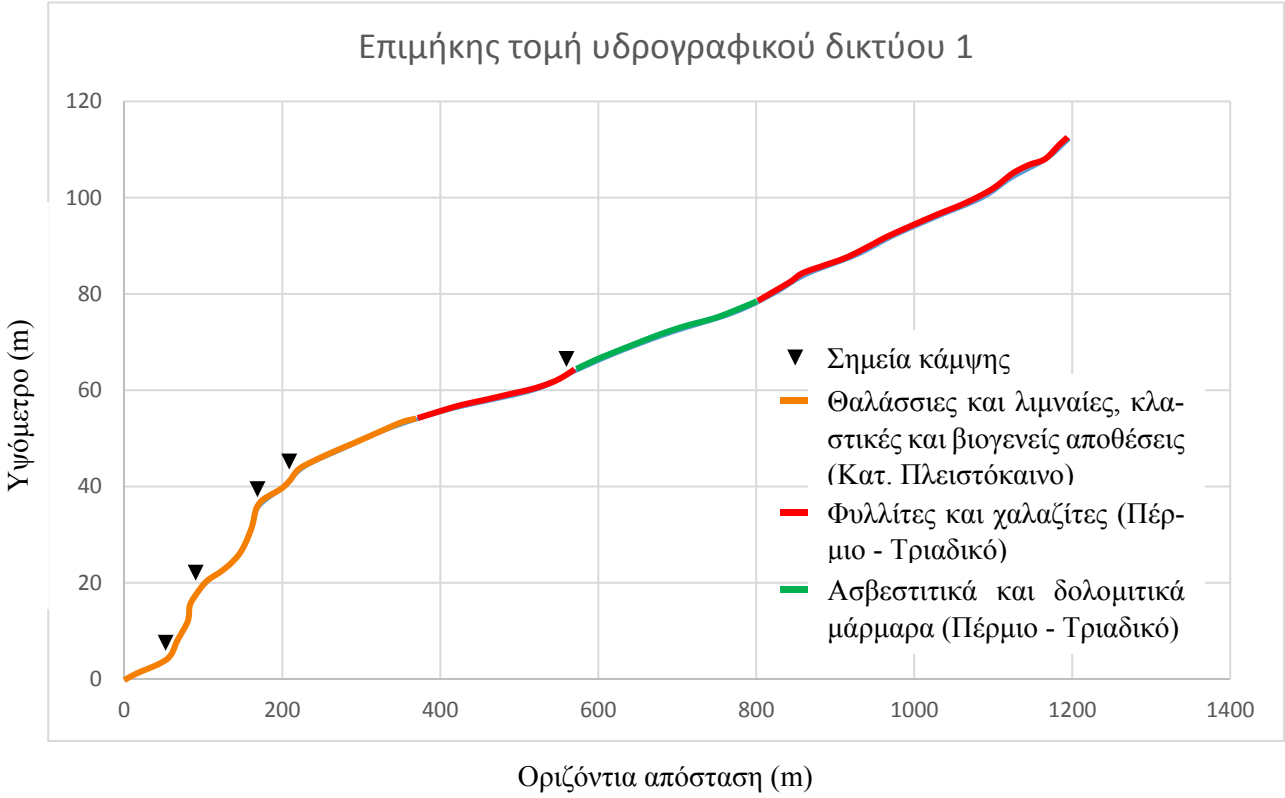
5.2. Επιμήκεις τομές των υδρογραφικών δικτύων της ευρύτερης περιοχής της Νεάπολης και του Μαλέα

Ακολουθεί ο σχολιασμός των επιμήκων τομών των κεντρικών κοιτών των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής μελέτης. Στις επιμήκεις τομές που κατασκευάστηκαν διακρίθηκαν τα επιμέρους τμήματα της διαδρομής των κεντρικών κοιτών και εκτιμήθηκε η μέση κλίση της κοίτης σε επί τοις εκατό (%). Αυτός ο υπολογισμός έγινε διαιρώντας την υψομετρική διαφορά μεταξύ του υψηλότερου και του χαμηλότερου σημείου του τμήματος της διαδρομής προς την οριζόντια απόσταση τους και πολλαπλασιάζοντας το γινόμενο με το 100.

Επιπλέον, λόγω έλλειψης στοιχείων που αφορούν την ονομασία των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής μελέτης, έγινε αρίθμησή τους από τα βόρεια προς τα νότια.

5.2.1. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 1

Παρατηρώντας την επιμήκη τομή του υδρογραφικού δικτύου 1 (Διάγραμμα 7), φαίνεται μια κλιμάκωση της κλίσης της κοίτης που σχετίζεται με τη μορφολογία του αναγλύφου. Η κεντρική κοίτη του υδρογραφικού δικτύου 1 μπορεί να διακριθεί σε πέντε επιμέρους τμήματα (Διάγραμμα 7).



Διάγραμμα 11. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 1.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το πρώτο τμήμα του ποταμού (Τμήμα Ι) από τις εκβολές έως 60 m ανάντη των εκβολών και μέχρι το υψόμετρο των 5 m περίπου, όπου η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης είναι 8,3%, αντιστοιχεί στη διαδρομή του ποταμού σε Πλειστοκαινικής ηλικίας θαλάσσιες και λιμναίες (τύρφη, άργιλοι, χαλίκια, άμμοι), κλαστικές και βιογενείς αποθέσεις (κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, ασβεστόλιθοι). Για την σχετικά ήπια τιμή της μορφολογικής κλίσης πιθανά ευθύνεται η ευδιάβρωτη φύση των σχηματισμών στο τμήμα αυτό της διαδρομής του ποταμού.

Το επόμενο τμήμα (Τμήμα ΙΙ), έχει μήκος 37 m και παρουσιάζει μεγαλύτερη κλίση, με μέση τιμή 40,5%, ενώ βρίσκεται επάνω στον ίδιο γεωλογικό σχηματισμό. Ακολουθεί το τρίτο τμήμα του υδρογραφικού δικτύου (Τμήμα ΙΙΙ), με μήκος 82 m και μέση κλίση 20,7% του ίδιου γεωλογικού σχηματισμού.

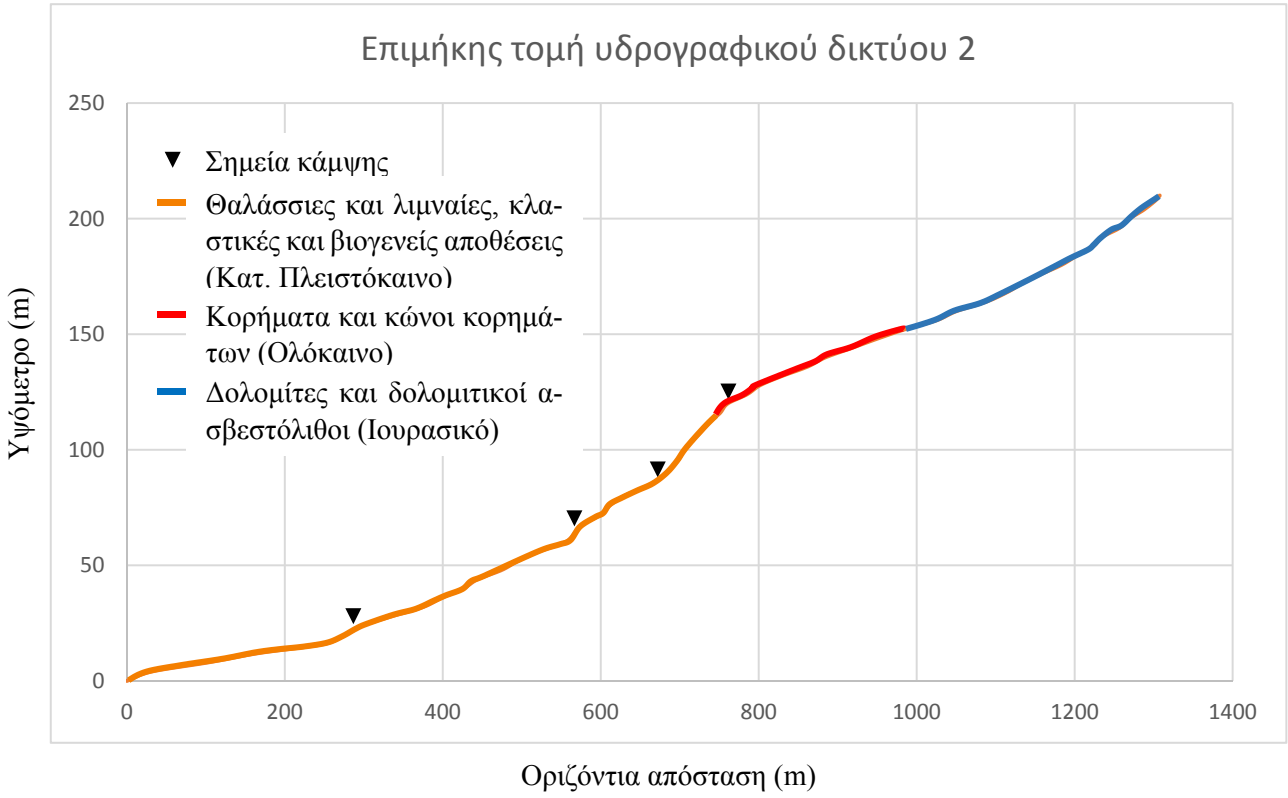
Το επόμενο τμήμα (Τμήμα IV), έχει μήκος 37 m και μέση κλίση 11%. Το επόμενο τμήμα (Τμήμα V), έχει μήκος 355 m και μέση κλίση 6,2%

σαφώς μικρότερη και ομαλότερη, παρά το γεγονός ότι αποτελεί υψηλότερο τοπογραφικά τμήμα της διαδρομής της κεντρικής κοίτης σε σχέση με τα προηγούμενα. Αυτό οφείλεται στα πετρώματα που υπάρχουν στη περιοχή και την αλλαγή γεωλογικού υποβάθρου, καθώς από Τεταρτογενείς αποθέσεις στις οποίες έρεε ο χείμαρρος κατάντη, τώρα ρέει σε φυλλιτικά και χαλαζιτικά πετρώματα σαφώς πιο ανθεκτικά στη διεργασία της ποτάμιας διάβρωσης.

Τέλος, το υψηλότερο τοπογραφικά τμήμα της διαδρομής της κεντρικής κοίτης (Τμήμα VI), έχει μήκος 644 m και μέση κλίση 7,3%. Επειδή αποτελεί το παλαιότερο τμήμα του δικτύου, είναι λογικό να έχει ομαλή κλίση λόγω της διάβρωσης που υφίσταται για μεγάλο χρονικό διάστημα.

5.2.2. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 2

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 8, στο οποίο απεικονίζεται η επιμήκης τομή της κεντρικής κοίτης του υδρογραφικού δικτύου 2, φαίνεται μια κλιμάκωση της κλίσης της κεντρικής κοίτης, η οποία σχετίζεται επίσης με τη μορφολογία του αναγλύφου. Το υδρογραφικό δίκτυο 2 μπορεί και αυτό να διακριθεί σε πέντε τμήματα (Διάγραμμα 8).



Διάγραμμα 8. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 2.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το πρώτο τμήμα του ποταμού (Τμήμα Ι) από τις εκβολές έως 290 m ανάντη των εκβολών και μέχρι το υψόμετρο των 24 m, έχει μέση κλίση της κεντρικής κοίτης 8,3%. Το τμήμα αυτού του δικτύου αντιστοιχεί στη διαδρομή του ποταμού σε Πλειστοκαινικής ηλικίας θαλάσσιες και λιμναίες (άργιλοι, χαλίκια, άμμοι), κλαστικές και βιογενείς αποθέσεις (κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, ασβεστόλιθοι). Για την σχετικά ήπια τιμή της μορφολογικής κλίσης πιθανά ευθύνεται η ευδιάβρωτη φύση των σχηματισμών στο τμήμα αυτό της διαδρομής του ποταμού.

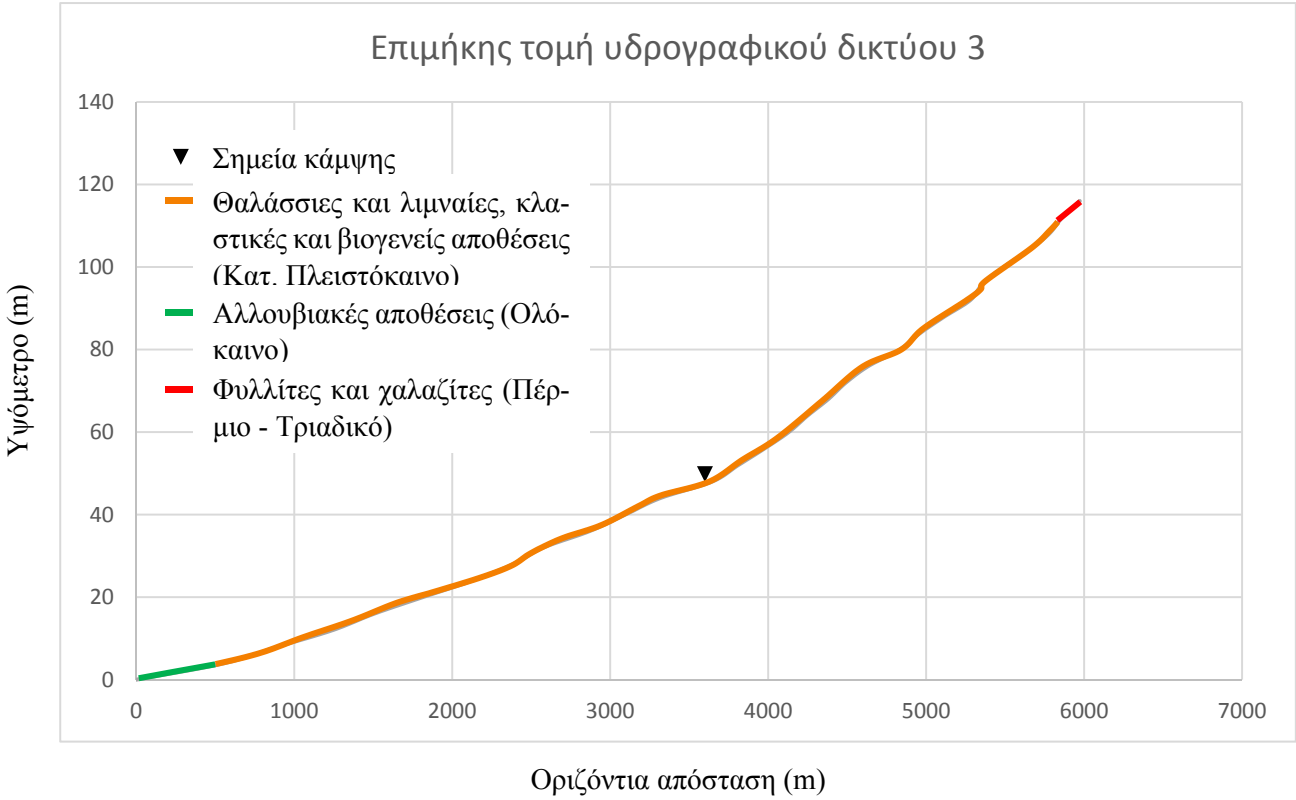
Το επόμενο τμήμα (Τμήμα ΙΙ), έχει μήκος 281 m και παρουσιάζει μεγαλύτερη κλίση, με μέση τιμή 14,9%, ενώ αναπτύσσεται στον ίδιο γεωλογικό σχηματισμό. Ακολουθεί το τρίτο τμήμα του υδρογραφικού δικτύου (Τμήμα ΙΙΙ), με μήκος 105 m και μέση κλίση 20,9% του ίδιου γεωλογικού σχηματισμού.

Το επόμενο τμήμα (Τμήμα VI), έχει μήκος 88 m και παρουσιάζει μεγαλύτερη κλίση, με μέση τιμή 37,9%, ενώ διαρρέει τον ίδιο γεωλογικό σχηματισμό. Η κύρια διεργασία στο τμήμα αυτό της διαδρομής του ποταμού είναι η έντονη διάβρωση, η οποία οφείλεται στην ευδιάβρωτη φύση των πετρωμάτων της περιοχής.

Τέλος, το υψηλότερο τοπογραφικά τμήμα της διαδρομής της κεντρικής κοίτης (Τμήμα V), έχει μήκος 549 m και μέση κλίση 16,1%. Επειδή αποτελεί το παλαιότερο τμήμα του δικτύου, είναι λογικό να έχει ομαλότερη κλίση λόγω της διάβρωσης που υφίσταται αρκετά μεγάλη περίοδο.

5.2.3. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 3

Η κατά μήκος τομή της κεντρικής κοίτης του υδρογραφικού δικτύου 3 μπορεί να διακριθεί σε δύο τμήματα (Διάγραμμα 9).



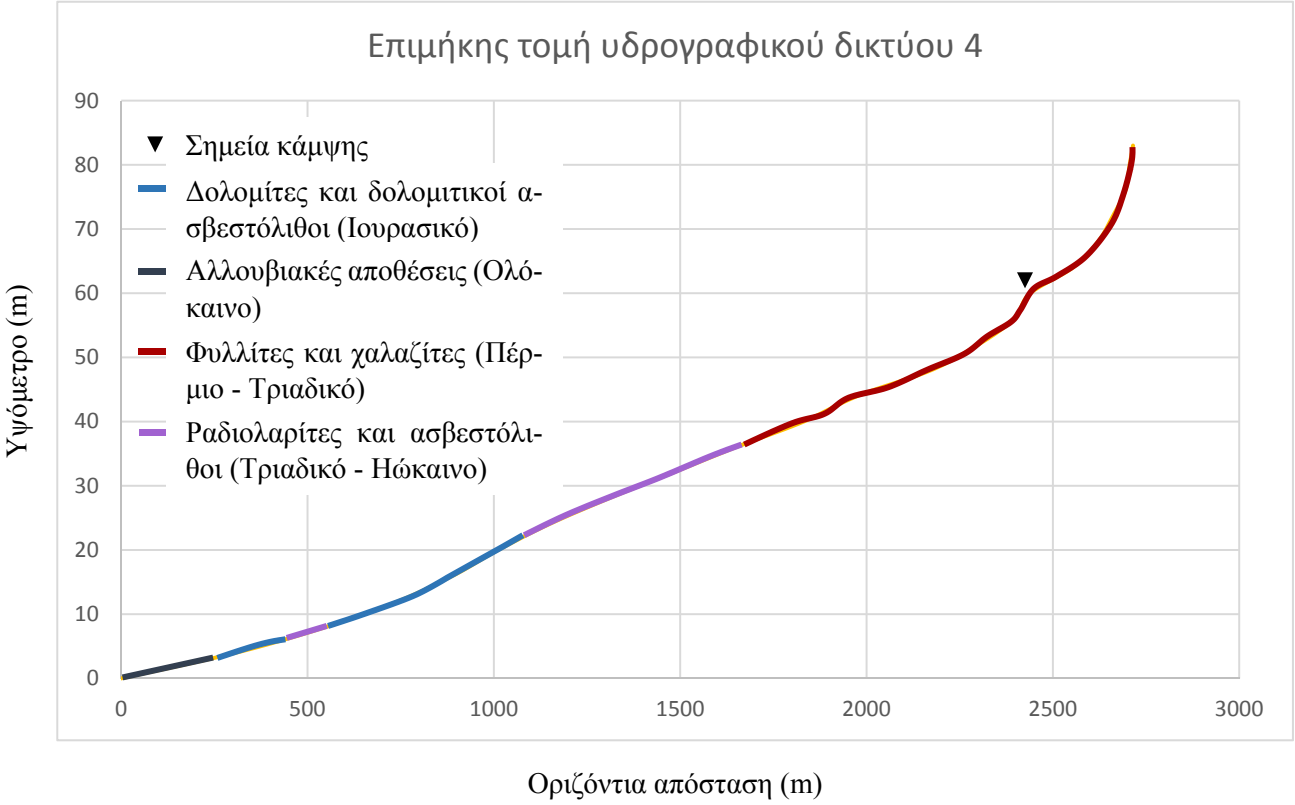
Διάγραμμα 9. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 3.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το πρώτο τμήμα του ποταμού (Τμήμα Ι), από τις εκβολές έως 3.588 m ανάντη των εκβολών και υψόμετρο περίπου 48 m όπου η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης είναι 1,4%, αντιστοιχεί στη διαδρομή της κεντρικής κοίτης του υδρογραφικού δικτύου 3 σε αλλουβιακές αποθέσεις και Πλειστοκαινικής ηλικίας θαλάσσιες και λιμναίες (άργιλοι, χαλίκια, άμμοι), κλαστικές και βιογενείς αποθέσεις (κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, ασβεστόλιθοι). Πρέπει να επισημανθεί επίσης, ότι στο πεδίο στο τμήμα αυτό της διαδρομής του χειμάρρου, η διεργασία απόθεσης είναι ενεργή και μπορεί να χαρακτηρισθεί σαν πεδινό.

Το επόμενο τμήμα (Τμήμα ΙΙ), με υψόμετρο περίπου από 48 m μέχρι και 112 m, έχει μήκος 2.383 m και διατηρεί μια μέση κλίση 2,7%. Η κύρια διεργασία πλέον, είναι η απόθεση, καθώς η έντονη διάβρωση έχει σχεδόν εξομαλύνει το ανάγλυφο καθιστώντας το σχεδόν πεδινό.

5.2.4. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 4

Παρατηρώντας τη κατά μήκος τομή της κεντρικής κοίτης το υδρογραφικό δίκτυο 4 μπορεί να διακριθεί σε δύο επιμέρους διαφορετικής κλίσης τμήματα (Διάγραμμα 10).



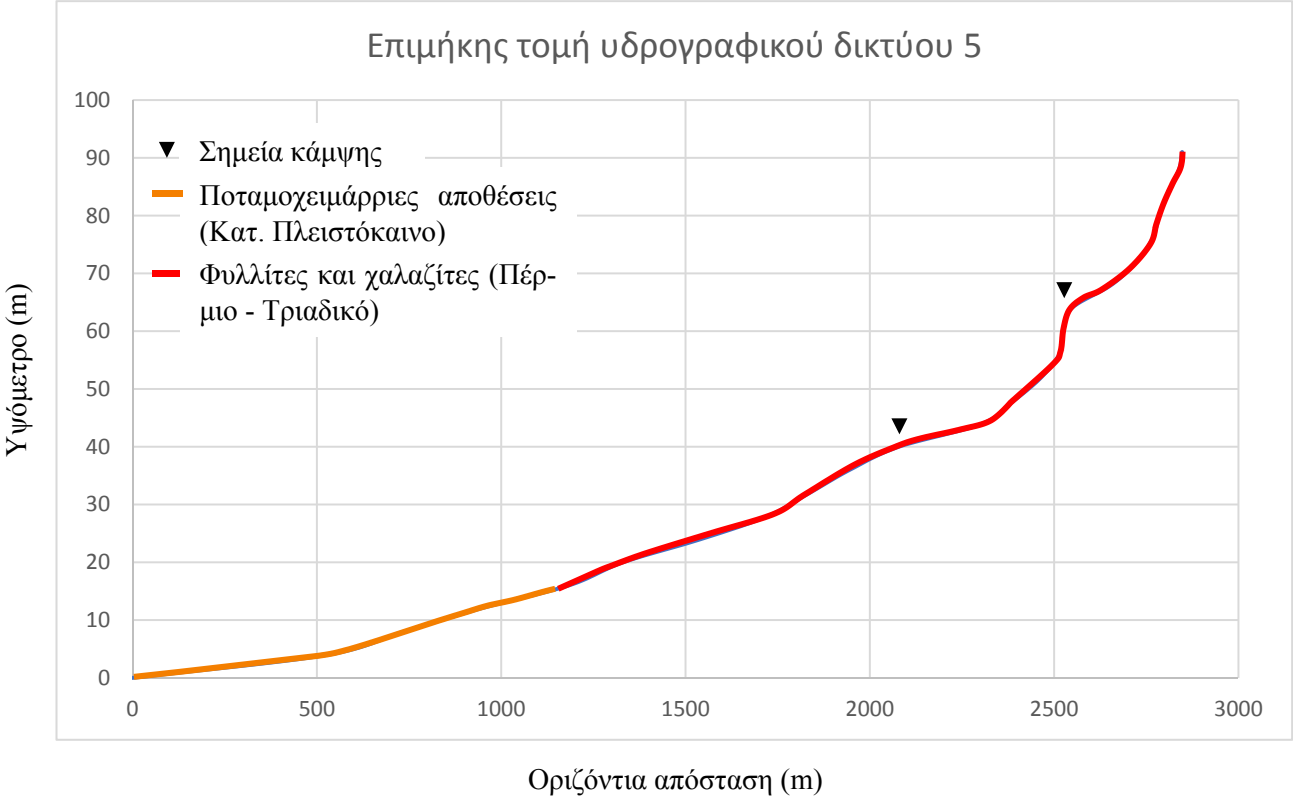
Διάγραμμα 10. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 4.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το τμήμα του ποταμού από τις εκβολές έως 2.433 m ανάντη των εκβολών και υψόμετρο περίπου 62 m (Τμήμα Ι), όπου η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης 2,5%, αντιστοιχεί στη διαδρομή του υδρογραφικού δικτύου 4 σε αλλουβιακές αποθέσεις του Ολοκαίνου, σε δολομίτες και δολομιτικούς ασβεστόλιθους του Ιουρασικού, σε φυλίτες, χαλαζίτες και ραδιολαρίτες του Τριαδικού.

Το δεύτερο και τελευταίο τμήμα (Τμήμα ΙΙ) που ακολουθεί, έχει μήκος 292 m και τη μεγαλύτερη κλίση της κεντρικής κοίτης, με μέση τιμή 7,9%.

5.2.5. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 5

Ακολουθώντας τη κατά μήκος τομή της κεντρικής κοίτης του υδρογραφικού δικτύου 5 φαίνεται μια διακύμανση της κλίσης της κεντρικής κοίτης. Το υδρογραφικό δίκτυο αυτό μπορεί να διακριθεί σε τρία τμήματα (Διάγραμμα 11).



Διάγραμμα 11. Επιμήκης τομή υδρογραφικού δικτύου 5.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στο τμήμα του ποταμού από τις εκβολές έως 2.067 m ανάντη των εκβολών και υψόμετρο περίπου 41 m η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης είναι 2% (Τμήμα Ι). Η ήπια κλίση στο τμήμα αυτό οφείλεται στις διεργασίες της απόθεσης.

Το τμήμα που ακολουθεί (Τμήμα ΙΙ) με υψόμετρο που κυμαίνεται από 41 m μέχρι 67 m, έχει μήκος 450 m και μέση κλίση 5,8%. Αυτό το τμήμα του υδρογραφικού δικτύου έχει τα χαρακτηριστικά ενός πεδινού ποταμού.

Το επόμενο και τελευταίο τμήμα βρίσκεται από 2.516 m μέχρι και 2.833 m ανάντη των εκβολών (Τμήμα ΙΙΙ), με υψόμετρο περίπου από 67 m μέχρι και 94 m, και έχει σχετικά ήπια κλίση (8,5%). Τα πετρώματα που διατρέχει η κεντρική κοίτη του υδρογραφικού δίκτυο 5 στα τελευταία δύο τμήματα είναι χαλαζίτες και φυλλίτες του Τριαδικού.

5.3. Γενικές παρατηρήσεις των επιμήκων τομών

Από τα παραπάνω διαγράμματα, που προέκυψαν από τις επιμήκεις τομές των κεντρικών κοιτών των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής μελέτης, παρατηρείται ότι όλες οι επιμήκεις τομές των κεντρικών κοιτών των πέντε υδρογραφικών δικτύων που μελετήθηκαν είναι διακοπτόμενες με την παρουσία χαρακτηριστικών σημείων κάμψης, που προσδίδουν στις κοίτες μια κλιμακωτή μορφή. Η ύπαρξη μεγάλου αριθμού ρηγμάτων που σχετίζονται με σημεία κάμψης, επιβεβαιώνει το μεγάλο βαθμό επίδρασης της τεκτονικής στο σχηματισμό και την εξέλιξη των κοιτών.

Τα σημεία κάμψης είναι πιθανό να οφείλονται στα μέτωπα των θαλάσσιων αναβαθμίδων που τέμνουν οι κοίτες. Σε αρκετές περιπτώσεις τα σημεία κάμψης που σχετίζονται με τα μέτωπα αυτά έχουν οπισθοχωρήσει λόγω της ποτάμιας διάβρωσης.

Όσον αφορά το Δίκτυο 1, παρατηρούμε ότι η κοίτη του εμφανίζει αυτήν την κυρτή μορφή (με εξαίρεση το ορεινό τμήμα της) που υποδηλώνει ότι το ποτάμι είναι πολύ «νέο» και δεν έχει ξεπεράσει ακόμη το στάδιο της αναγέννησης. Αυτό σημαίνει ότι οι διεργασίες της κατά βάθους διάβρωσης χρειάζονται αρκετό ακόμη χρόνο για να καλυφθεί η διαφορά των δεκάδων μέτρων που υπάρχει, ώστε η κοίτη ν' αποκτήσει την κοίλη μορφή της «ωριμότητας».

Αντίθετα, οι επιμήκεις τομές των άλλων τεσσάρων κοιτών εμφανίζουν σχεδόν στο σύνολό τους, κοίλη μορφή, πράγμα που υποδηλώνει ότι τα ποτάμια αυτά βρίσκονται σε καλύτερη ισορροπία. Αυτό σημαίνει ότι οι διεργασίες της κατά βάθους διάβρωσης συνεχίζονται με αργούς ρυθμούς. Το ανάγλυφο είναι ταπεινωμένο και χαρακτηρίζεται από ήπιες κλίσεις. Αυτό φαίνεται χαρακτηριστικά στην τοπογραφική τομή της κοίτης του δικτύου 3. Αυτή είναι και η μόνη διαφορά του δικτύου 3 από τα άλλα τέσσερα.

Σε γενικές γραμμές η μη ομαλή μορφή των επιμήκων τομών είναι ενδεικτική της τεκτονικής ανύψωσης που υφίσταται η περιοχή. Προφανώς η έλλειψη συνεχούς ροής (πολύ μικρή παροχή και μόνο σε περιόδους έντονης βροχόπτωσης) κάνει εμφανή την επίδραση της τεκτονικής καθώς δεν «εξομαλύνει» την επιμήκη τομή των κεντρικών κοιτών.

6. Εγκάρσιες τοπογραφικές τομές (προφίλ) κοιλάδων

6.1. Γενικά

Ως τοπογραφική τομή ή προφίλ χαρακτηρίζεται η γραμμή που προκύπτει από την τομή ενός τμήματος της γήινης επιφάνειας και ενός κάθετου προς αυτήν επίπεδου.

Οι τοπογραφικές τομές έχουν ιδιαίτερη σημασία για τη Γεωμορφολογία και τη Γεωλογία, καθότι βοηθούν στην κατανόηση των μεταβολών του ανάγλυφου, κατά μία συγκεκριμένη διεύθυνση, και αποκαλύπτουν την επίδραση των τοπικών γεωλογικών και κλιματικών παραγόντων.

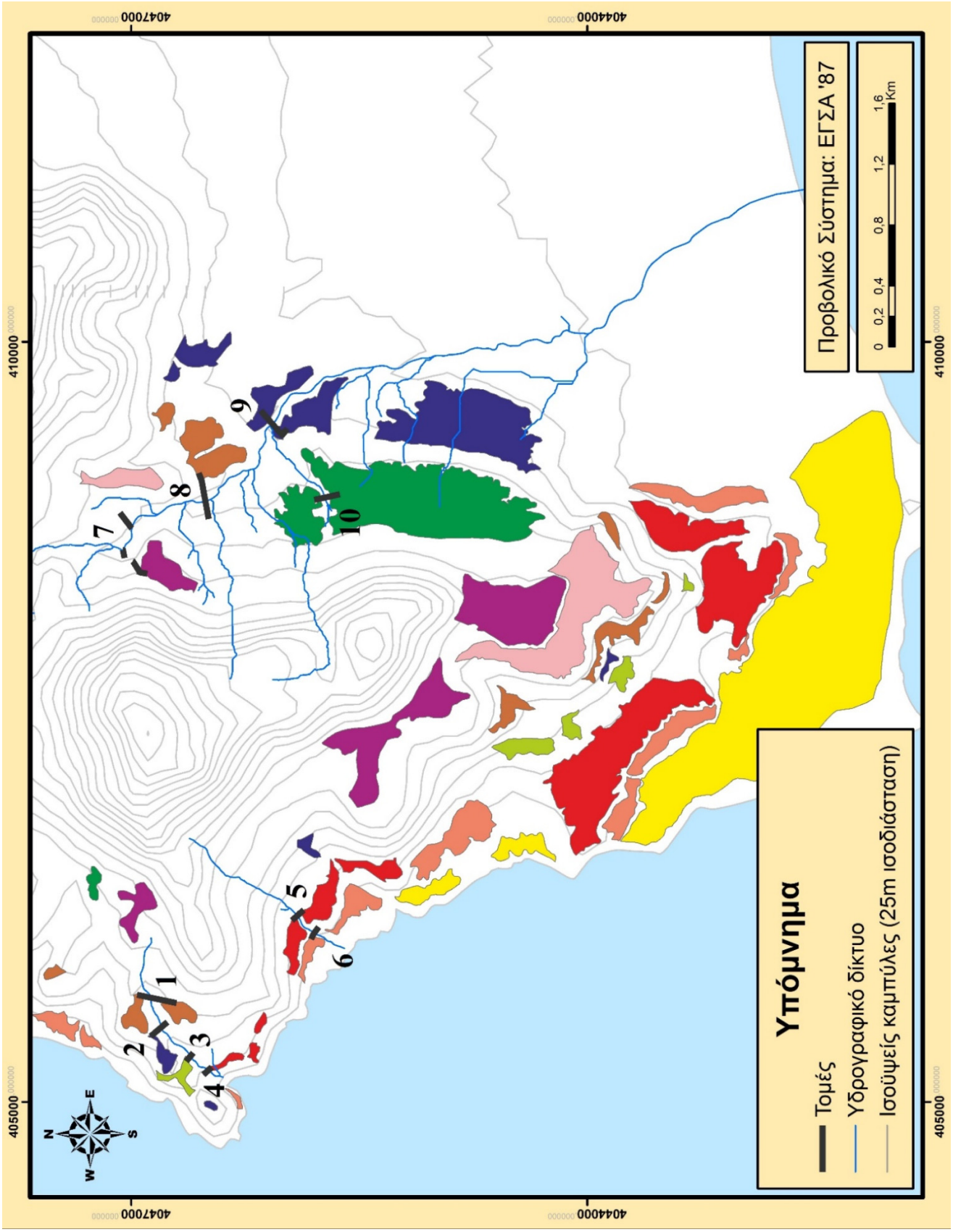
Ως γνωστόν, η εκβάθυνση μιας κοιλάδας είναι αποτέλεσμα της διαβρωτικής δράσης του υδρογραφικού δικτύου. Αντίθετα, η διαπλάτυνση πραγματοποιείται κυρίως από τη δράση της αποσαθρώσεως, της υδροστρωματορροής και της κινήσεως του υλικού δια της βαρύτητος και όχι δια της οριζόντιας διαβρώσεως του ύδατος του ποταμού (Α. Παπαπέτρου – Ζαμάνη, 1995).

Κατά καιρούς, έχουν προταθεί πολλές ταξινομήσεις των κοιλάδων. Μερικοί από τους τύπους αυτούς είναι η ταξινόμηση βάσει του σταδίου του ποτάμιου γεωμορφολογικού κύκλου ή κύκλου του Davis, γενετική ταξινόμηση, ταξινόμηση κοιλάδων βάσει των γεωλογικών παραγόντων και ταξινόμηση κοιλάδων βάσει των μετατοπίσεων του βασικού επιπέδου.

6.2. Εγκάρσιες τοπογραφικές τομές των κοιλάδων της ευρύτερης περιοχής της Νεάπολης και του Μαλέα

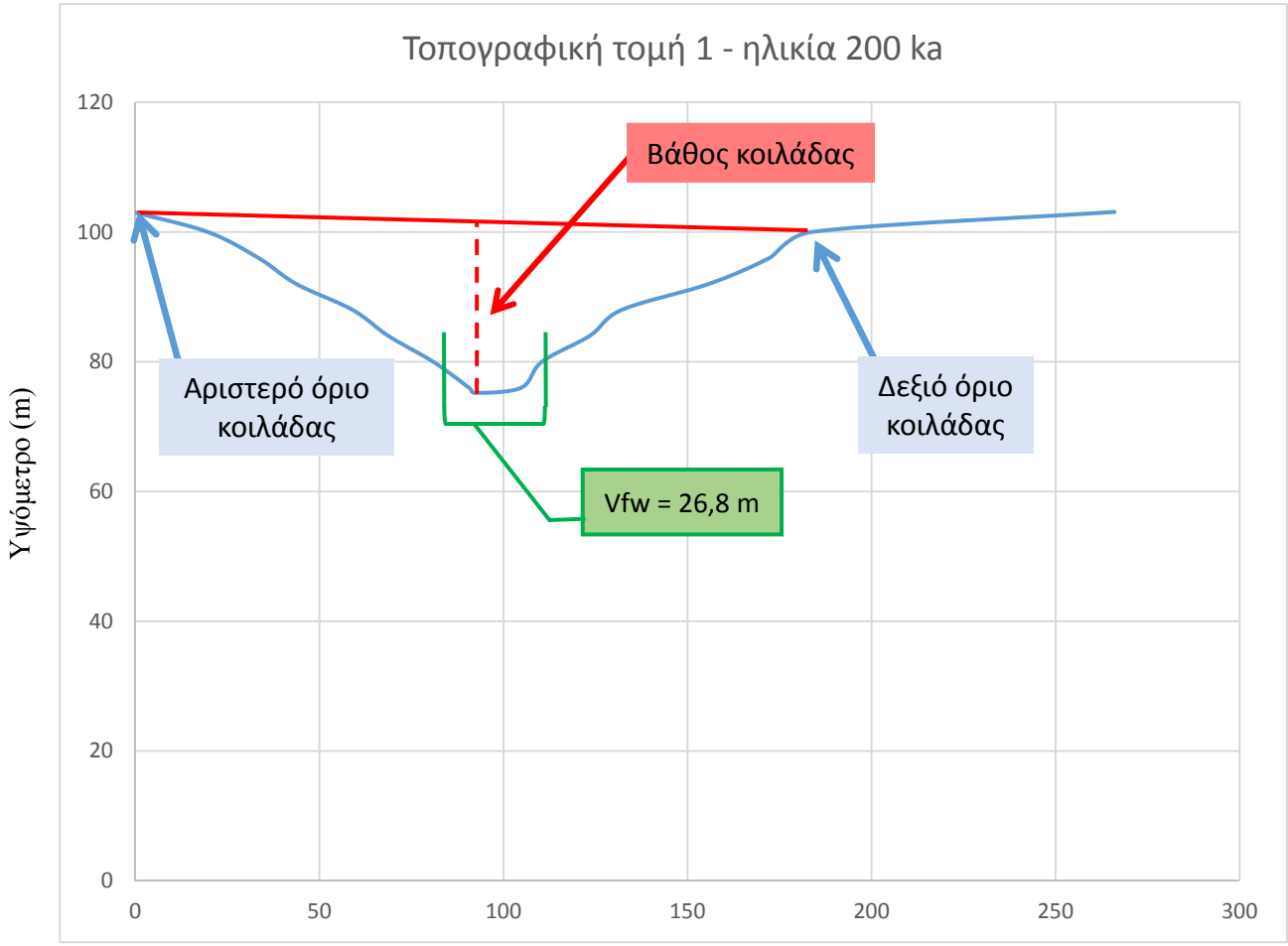
Όπως ήδη αναφέρθηκε στην ενότητα που περιεγράφηκε η μεθοδολογία, σχεδιάστηκαν τοπογραφικές τομές εγκάρσια των κεντρικών κοιτών των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής μελέτης. Οι τομές αυτές σχεδιάστηκαν σε επιλεγμένες θέσεις όπου εκατέρωθεν της κοίτης αναπτύσσονται οι θαλάσσιες αναβαθμίδες. Συνολικά σχεδιάστηκαν δεκαεπτά τέτοιες εγκάρσιες τοπογραφικές τομές.

Στην συνέχεια, ακολουθεί ο σχολιασμός των τοπογραφικών τομών των κοιλάδων της περιοχής μελέτης (Χάρτης 11), καθώς και των διαγραμμάτων που προέκυψαν από την απεικόνιση του βάθους και του πλάτους των κοιλάδων όπως μετρήθηκαν από τις τοπογραφικές τομές που σχεδιάστηκαν.



Χάρτης 11. Χάρτης με τις εγκάρσιες τοπογραφικές τομές των κοιλάδων στην ευρύτερη περιοχή της Νεάπολης. Διακρίνονται δέκα από τις συνολικά δεκαεπτά τοπογραφικές τομές. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.2.1. Τοπογραφική τομή 1

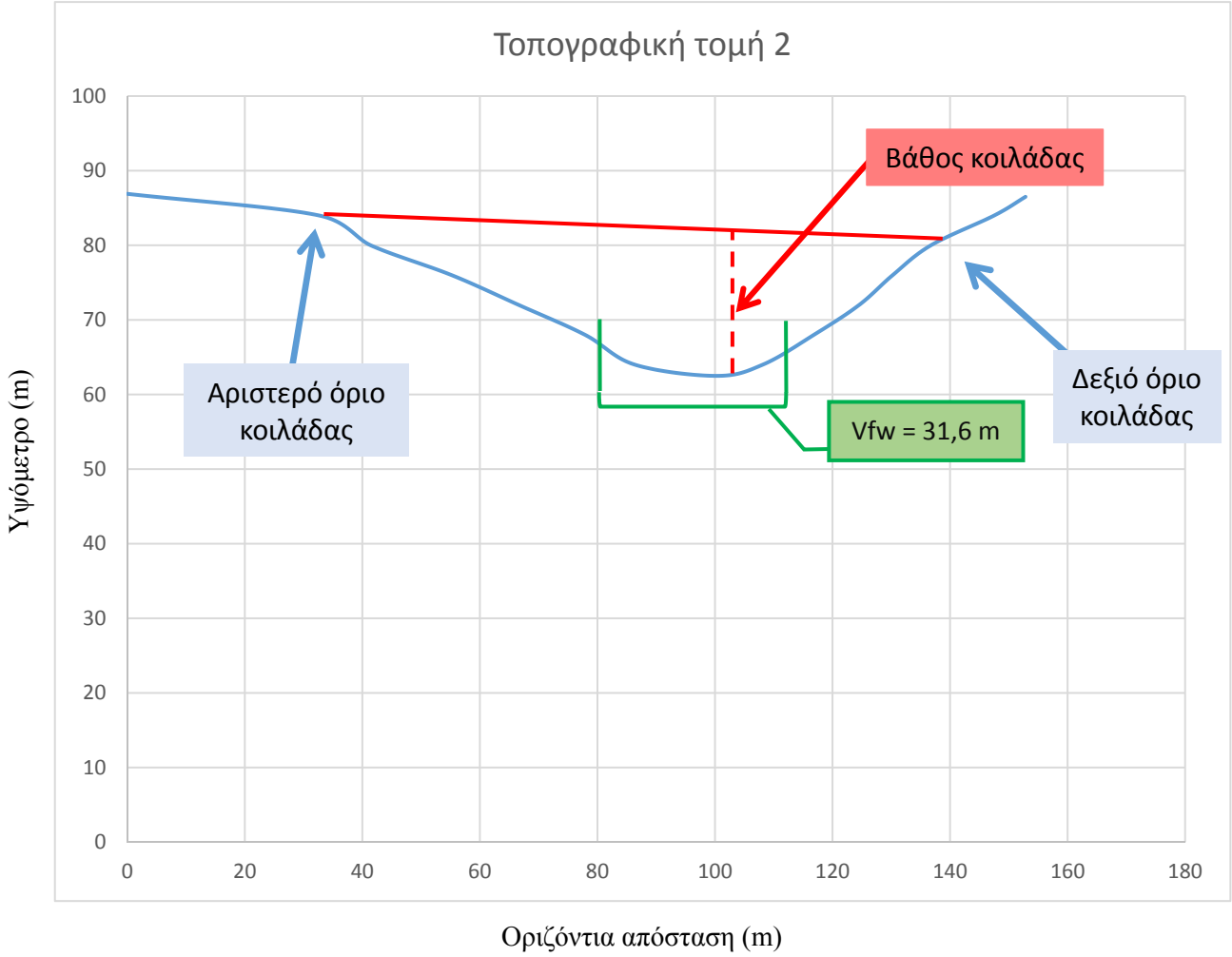


Διάγραμμα 12. Τοπογραφική τομή 1.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{(Eld - Esc) + (Erd - Esc)}$$
$$= \frac{2 * 26{,}8m}{[(103{,}1 - 74{,}8) + (100 - 74{,}8)]m} = 1$$

$$Μέσος\ ρυθμός\ κατά\ βάθους\ διάβρωσης = \frac{Βάθος\ κοιλάδας\ (mm)}{Χρονικό\ διάστημα\ (έτη)}$$
$$= \frac{26.700\ mm}{200.000\ έτη} = 0{,}13\ {}^{mm}/_{έτος}$$

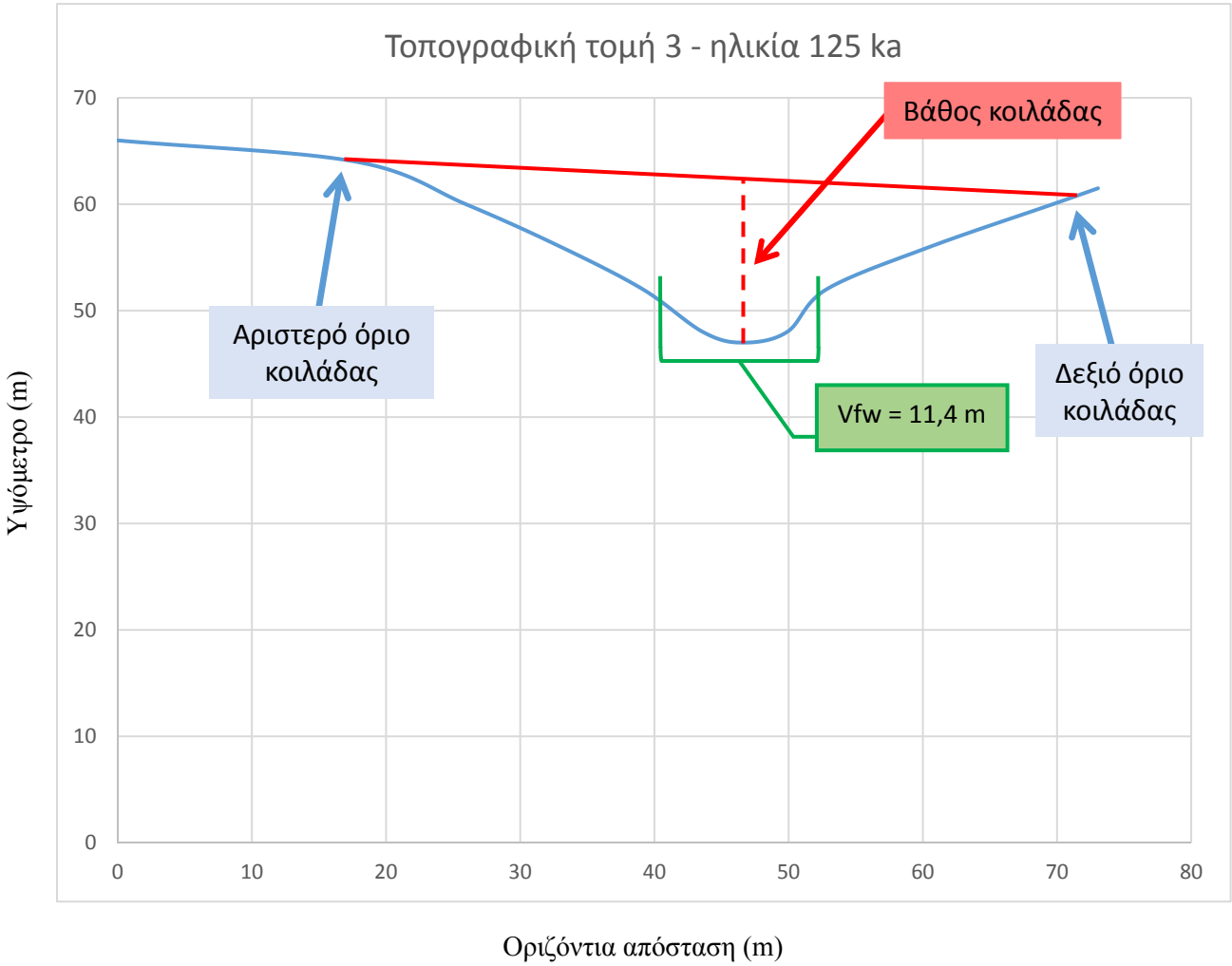
6.2.2. Τοπογραφική τομή 2



Διάγραμμα 13. Τοπογραφική τομή 2.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$
$$= \frac{2 * 31{,}6\ m}{[(83{,}8 - 62{,}5) + (80{,}6 - 62{,}5)]m} = 1{,}6$$

6.2.3. Τοπογραφική τομή 3

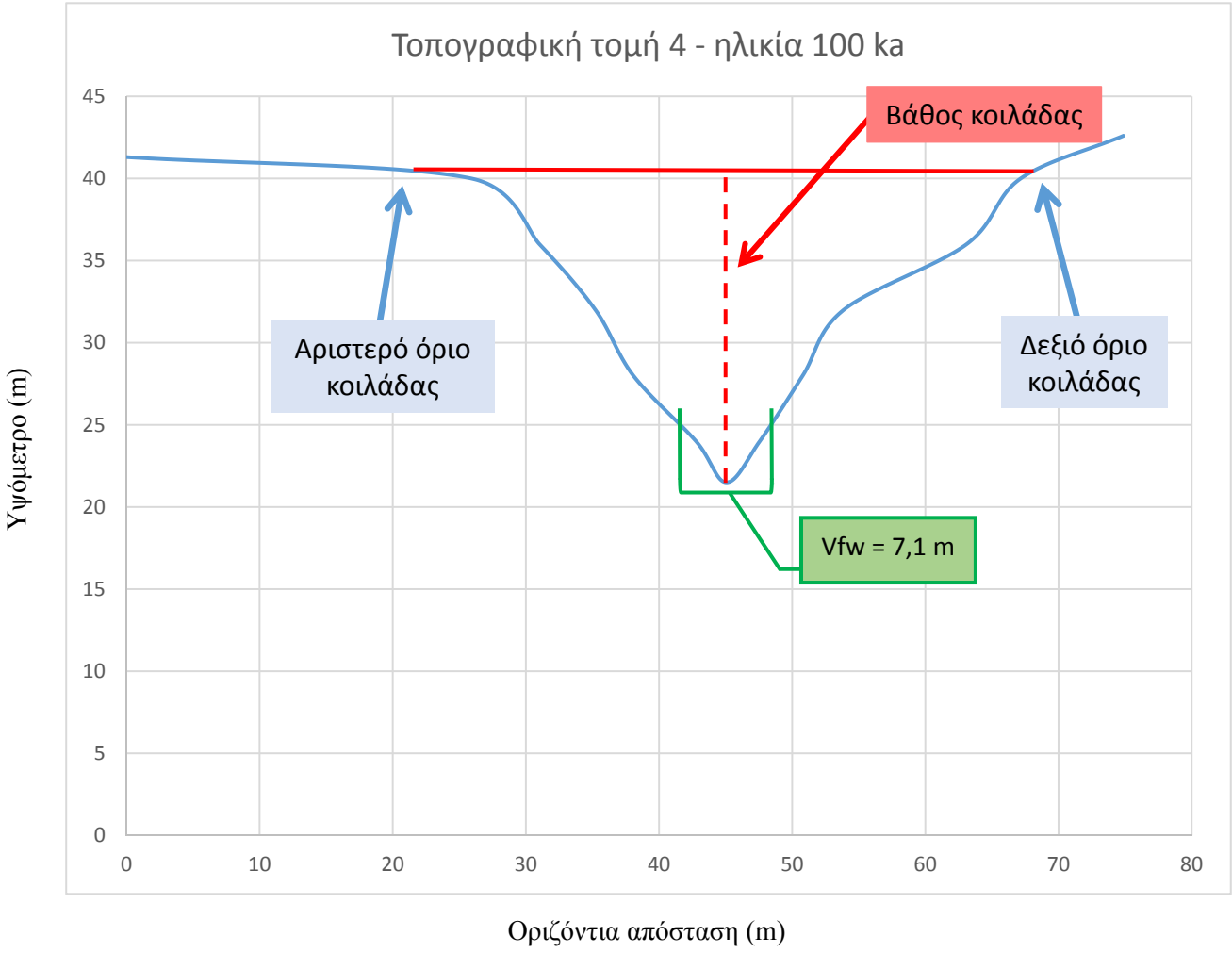


Διάγραμμα 14. Τοπογραφική τομή 3.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$
$$= \frac{2 * 11{,}4\ m}{[(63{,}9 - 47) + (60{,}7 - 47)]m} = 0{,}75$$

$$Μέσος\ ρυθμός\ κατά\ βάθους\ διάβρωσης = \frac{Βάθος\ κοιλάδας\ (mm)}{Χρονικό\ διάστημα\ (έτη)}$$
$$= \frac{15.200\ mm}{125.000\ έτη} = 0{,}12\ {}^{mm}/_{έτος}$$

6.2.4. Τοπογραφική τομή 4

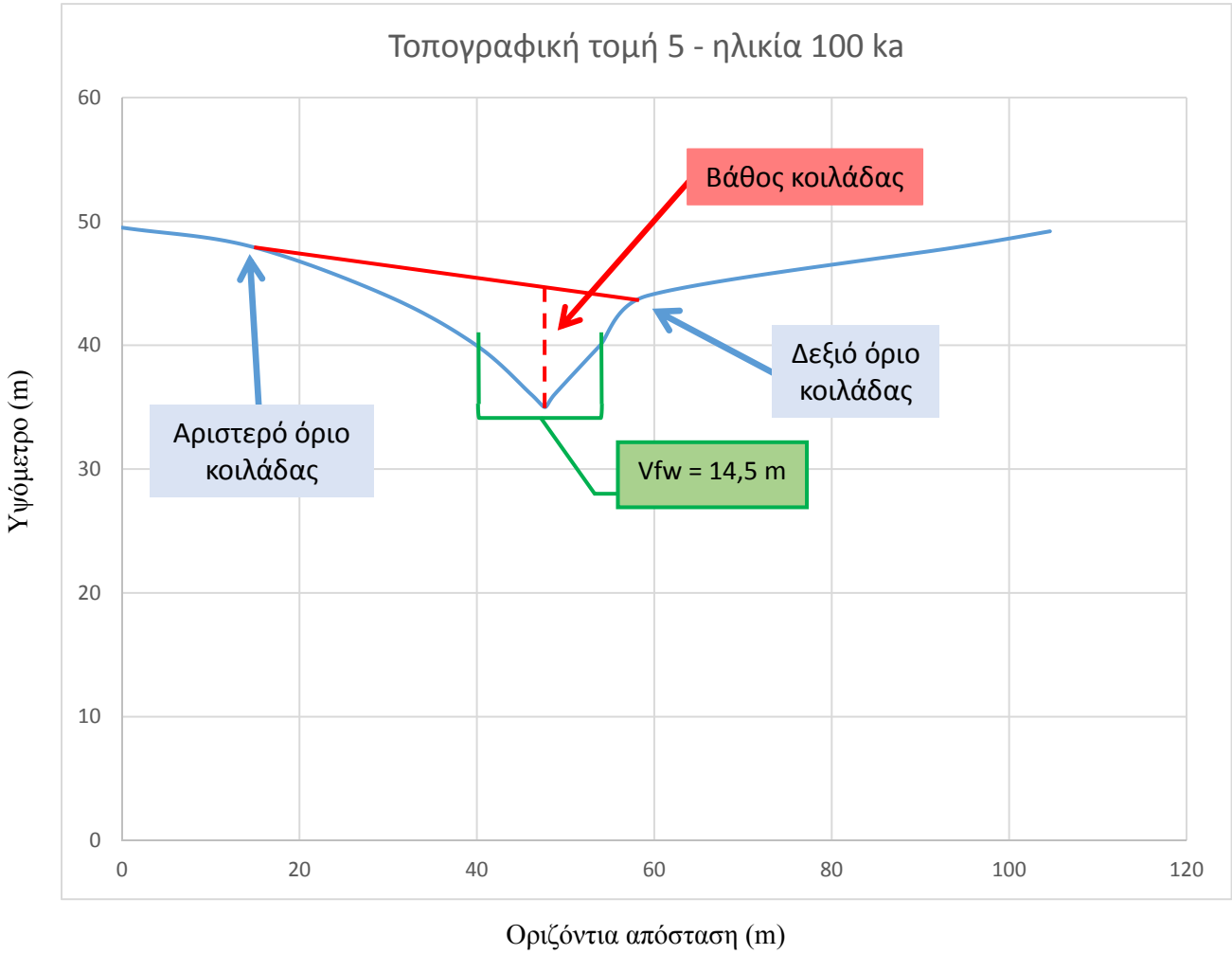


Διάγραμμα 15. Τοπογραφική τομή 4.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$
$$= \frac{2 * 7{,}1\ m}{[(40{,}3 - 21{,}5) + (40{,}2 - 21{,}5)]m} = 0{,}38$$

$$Μέσος\ ρυθμός\ κατά\ βάθους\ διάβρωσης = \frac{Βάθος\ κοιλάδας\ (mm)}{Χρονικό\ διάστημα\ (έτη)}$$
$$= \frac{19.200\ mm}{100.000\ έτη} = 0{,}19\ {}^{mm}/_{έτος}$$

6.2.5. Τοπογραφική τομή 5

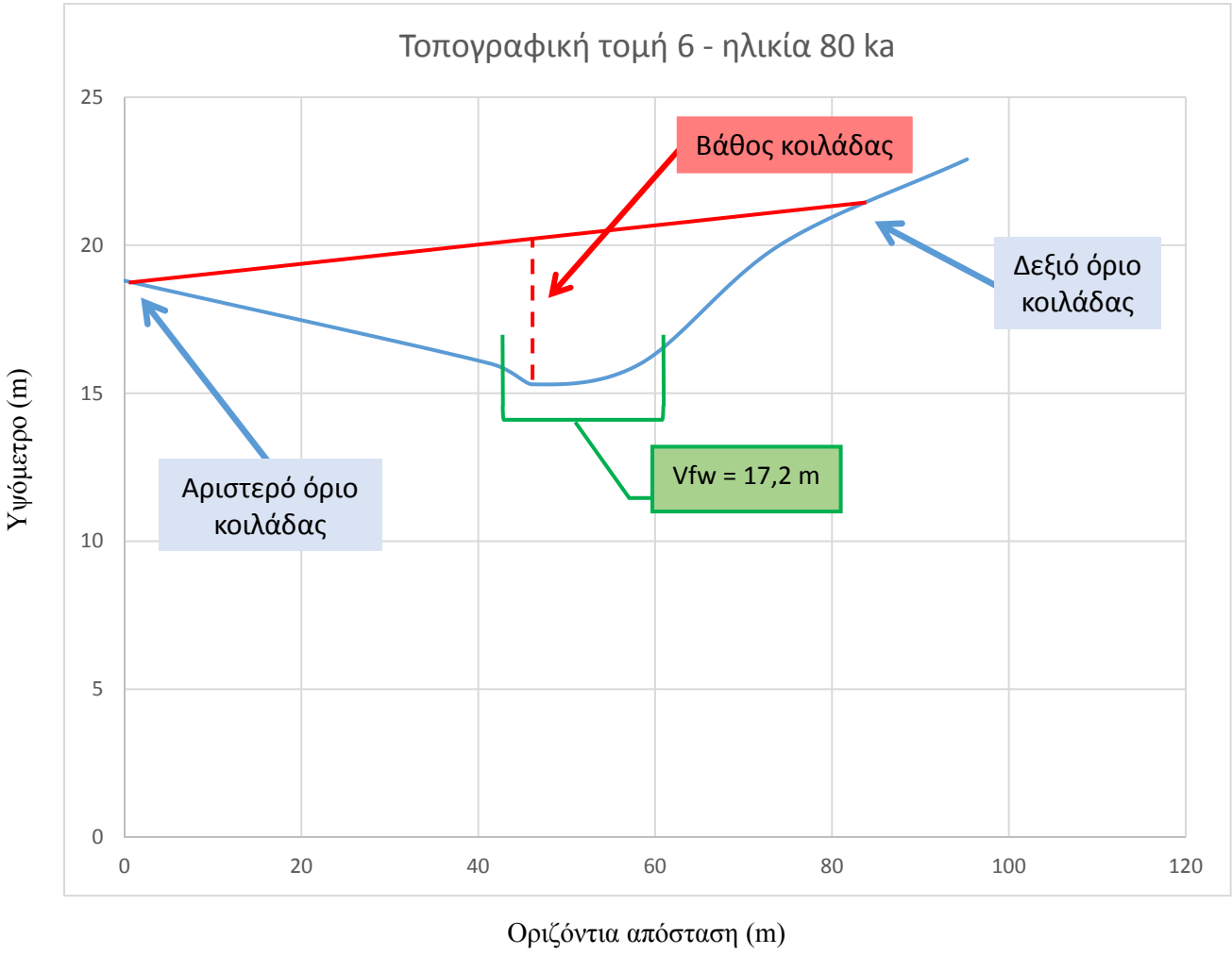


Διάγραμμα 16. Τοπογραφική τομή 5.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$
$$= \frac{2 * 14{,}5\ m}{[(48{,}5 - 35{,}2) + (43{,}7 - 35{,}2)]m} = 1{,}33$$

$$Μέσος\ ρυθμός\ κατά\ βάθους\ διάβρωσης = \frac{Βάθος\ κοιλάδας\ (mm)}{Χρονικό\ διάστημα\ (έτη)}$$
$$= \frac{9.614\ mm}{100.000\ έτη} = 0{,}1\ {}^{mm}/_{έτος}$$

6.2.6. Τοπογραφική τομή 6

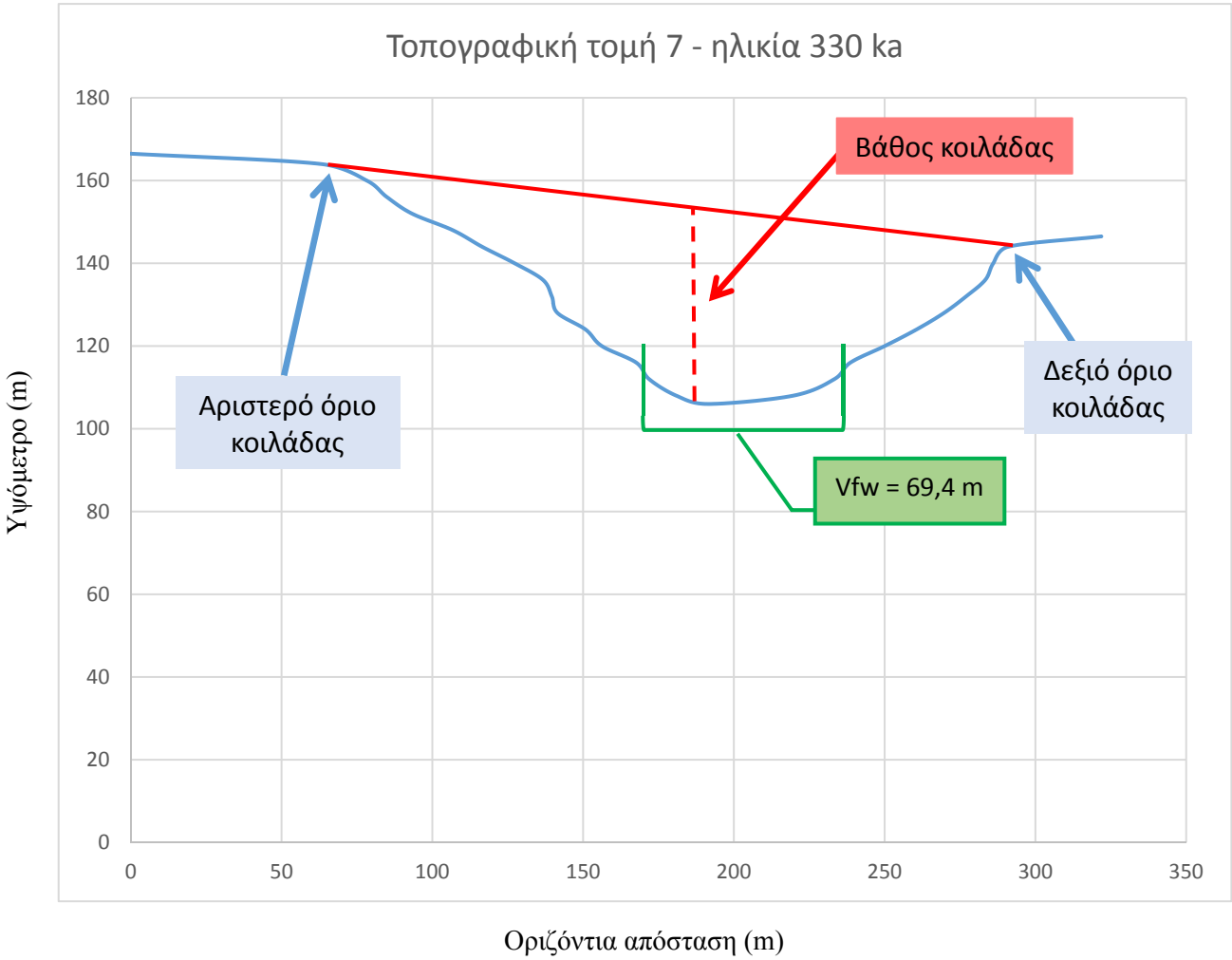


Διάγραμμα 17. Τοπογραφική τομή 6.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$
$$= \frac{2 * 17{,}2\ m}{[(18{,}7 - 15{,}3) + (20{,}6 - 15{,}3)]m} = 3{,}95$$

$$Μέσος\ ρυθμός\ κατά\ βάθους\ διάβρωσης = \frac{Βάθος\ κοιλάδας\ (mm)}{Χρονικό\ διάστημα\ (έτη)}$$
$$= \frac{4.500\ mm}{80.000\ έτη} = 0{,}06\ {}^{mm}/_{έτος}$$

6.2.7. Τοπογραφική τομή 7

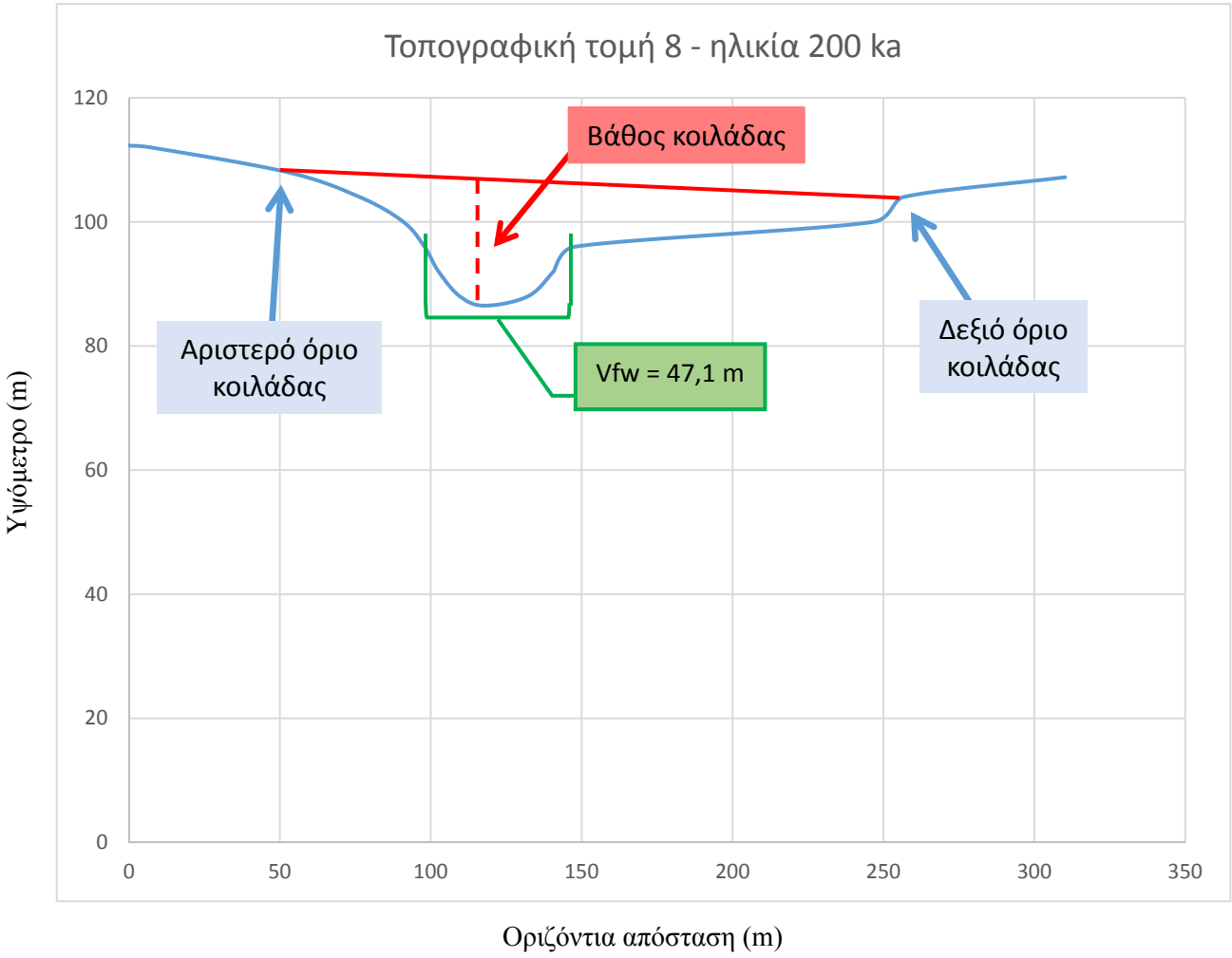


Διάγραμμα 18. Τοπογραφική τομή 7.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$
$$= \frac{2 * 69{,}4\ m}{[(164{,}4 - 105{,}9) + (143{,}7 - 105{,}9)]m} = 1{,}44$$

$$Μέσος\ ρυθμός\ κατά\ βάθους\ διάβρωσης = \frac{Βάθος\ κοιλάδας\ (mm)}{Χρονικό\ διάστημα\ (έτη)}$$
$$= \frac{46.900\ mm}{330.000\ έτη} = 0{,}14\ {}^{mm}/_{έτος}$$

6.2.8. Τοπογραφική τομή 8

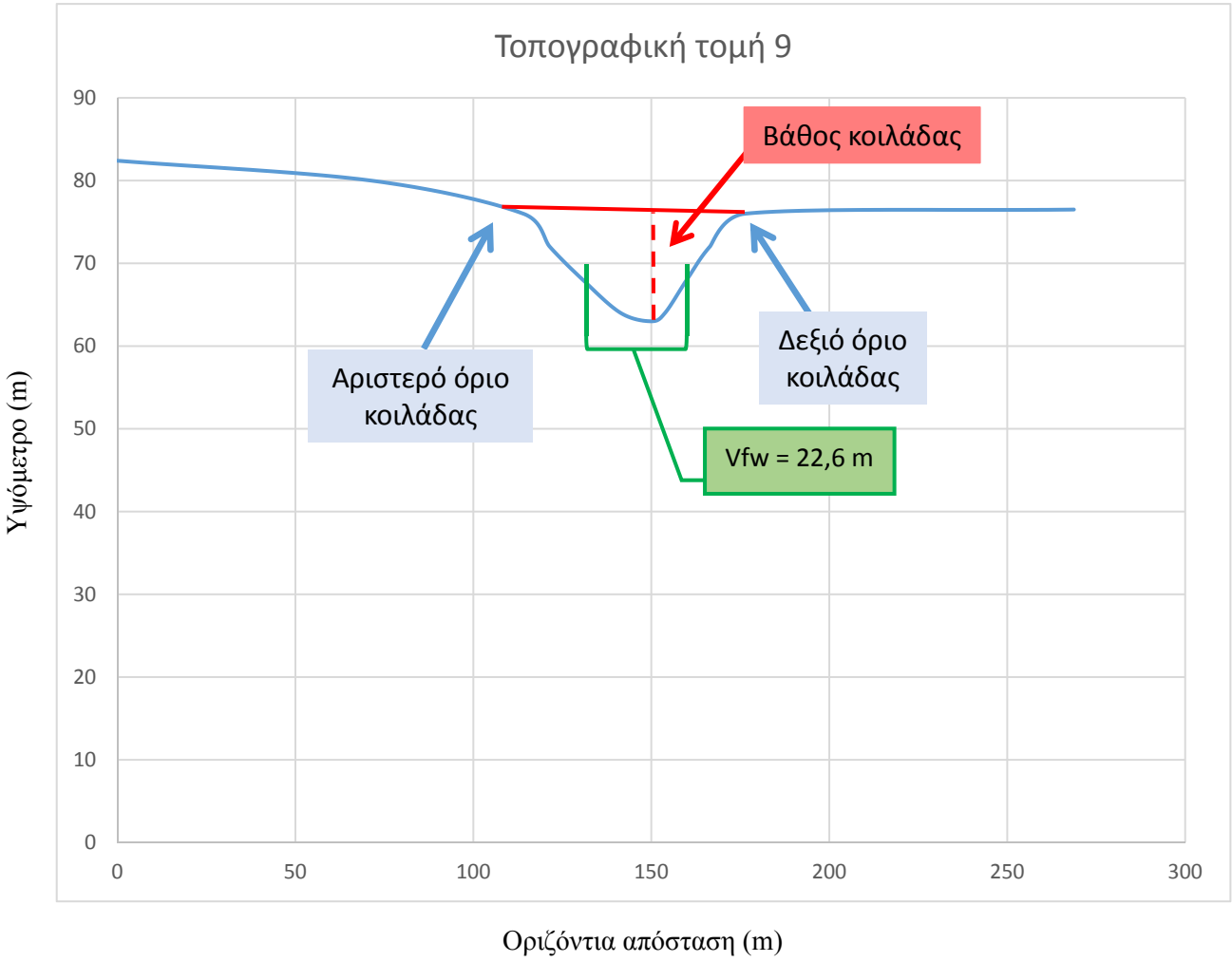


Διάγραμμα 19. Τοπογραφική τομή 8.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$
$$= \frac{2 * 47{,}1\ m}{[(108{,}5 - 86{,}5) + (104{,}5 - 86{,}5)]m} = 2{,}36$$

$$Μέσος\ ρυθμός\ κατά\ βάθους\ διάβρωσης = \frac{Βάθος\ κοιλάδας\ (mm)}{Χρονικό\ διάστημα\ (έτη)}$$
$$= \frac{20.900\ mm}{200.000\ έτη} = 0{,}1\ {}^{mm}/_{έτος}$$

6.2.9. Τοπογραφική τομή 9

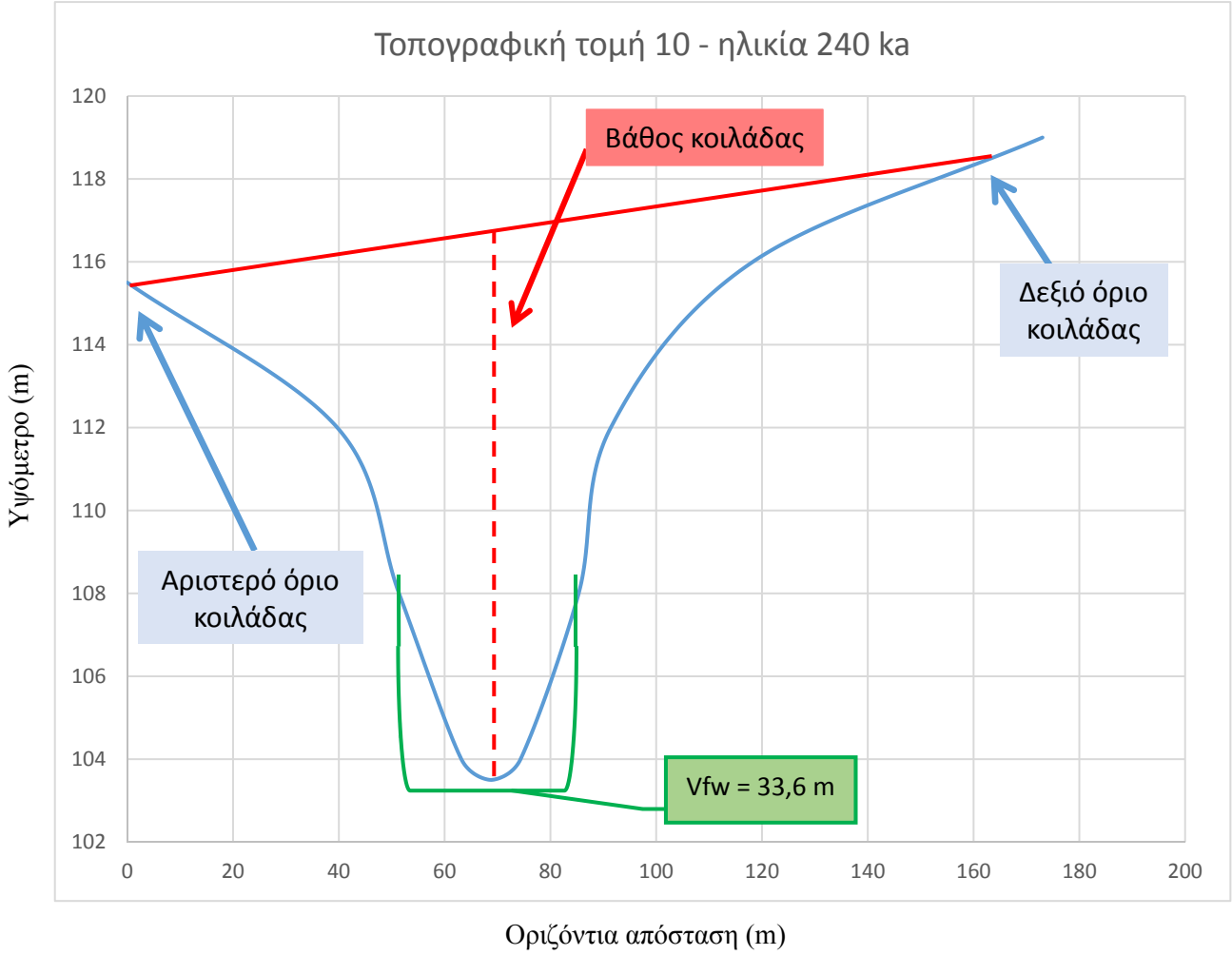


Διάγραμμα 20. Τοπογραφική τομή 9.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$

$$= \frac{2 * 22{,}6\ m}{[(76{,}5 - 63) + (76{,}3 - 63)]m} = 1{,}69$$

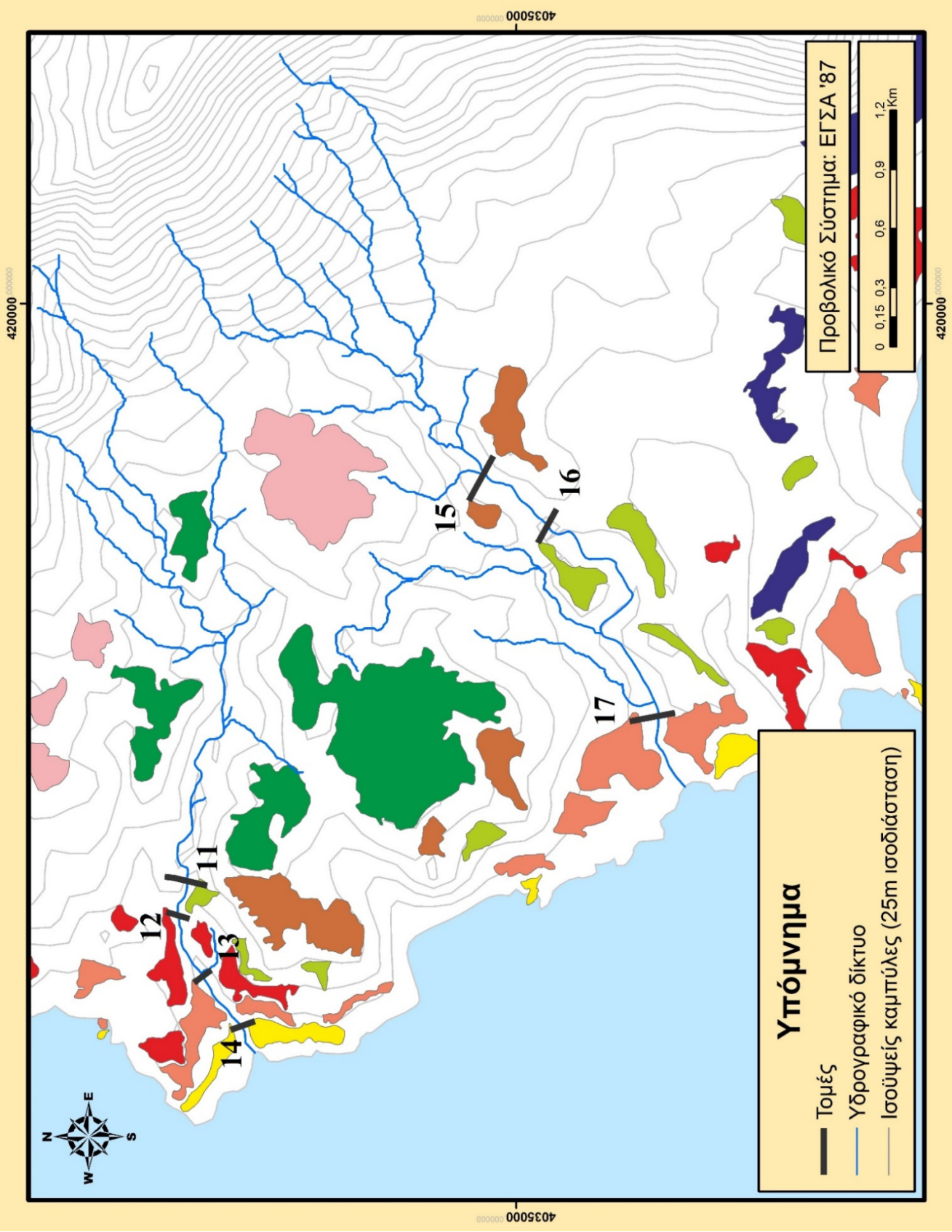
6.2.10. Τοπογραφική τομή 10



Διάγραμμα 21. Τοπογραφική τομή 10.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

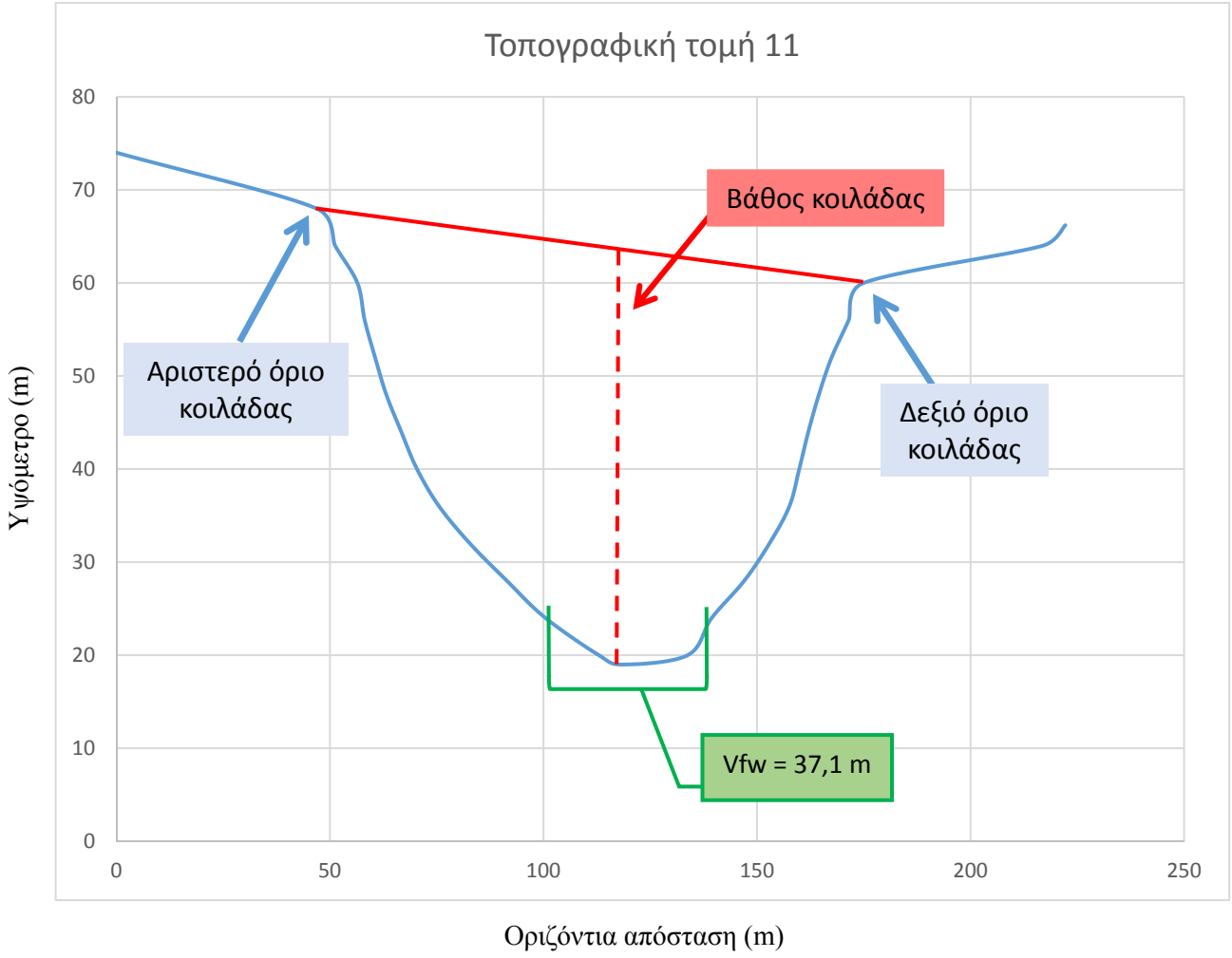
$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$
$$= \frac{2 * 33{,}6\ m}{[(115{,}4 - 103{,}5) + (118{,}4 - 103{,}5)]m} = 2{,}5$$

$$Μέσος\ ρυθμός\ κατά\ βάθους\ διάβρωσης = \frac{Βάθος\ κοιλάδας\ (mm)}{Χρονικό\ διάστημα\ (έτη)}$$
$$= \frac{13.200\ mm}{240.000\ έτη} = 0{,}06\ {}^{mm}/_{έτος}$$



Χάρτης 12. Χάρτης με τις εγκάρσιες τοπογραφικές τομές των κοιλάδων στην περιοχή του Μαλέα. Διακρίνονται επτά από τις συνολικά δεκαεπτά τοπογραφικές τομές.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.2.11. Τοπογραφική τομή 11

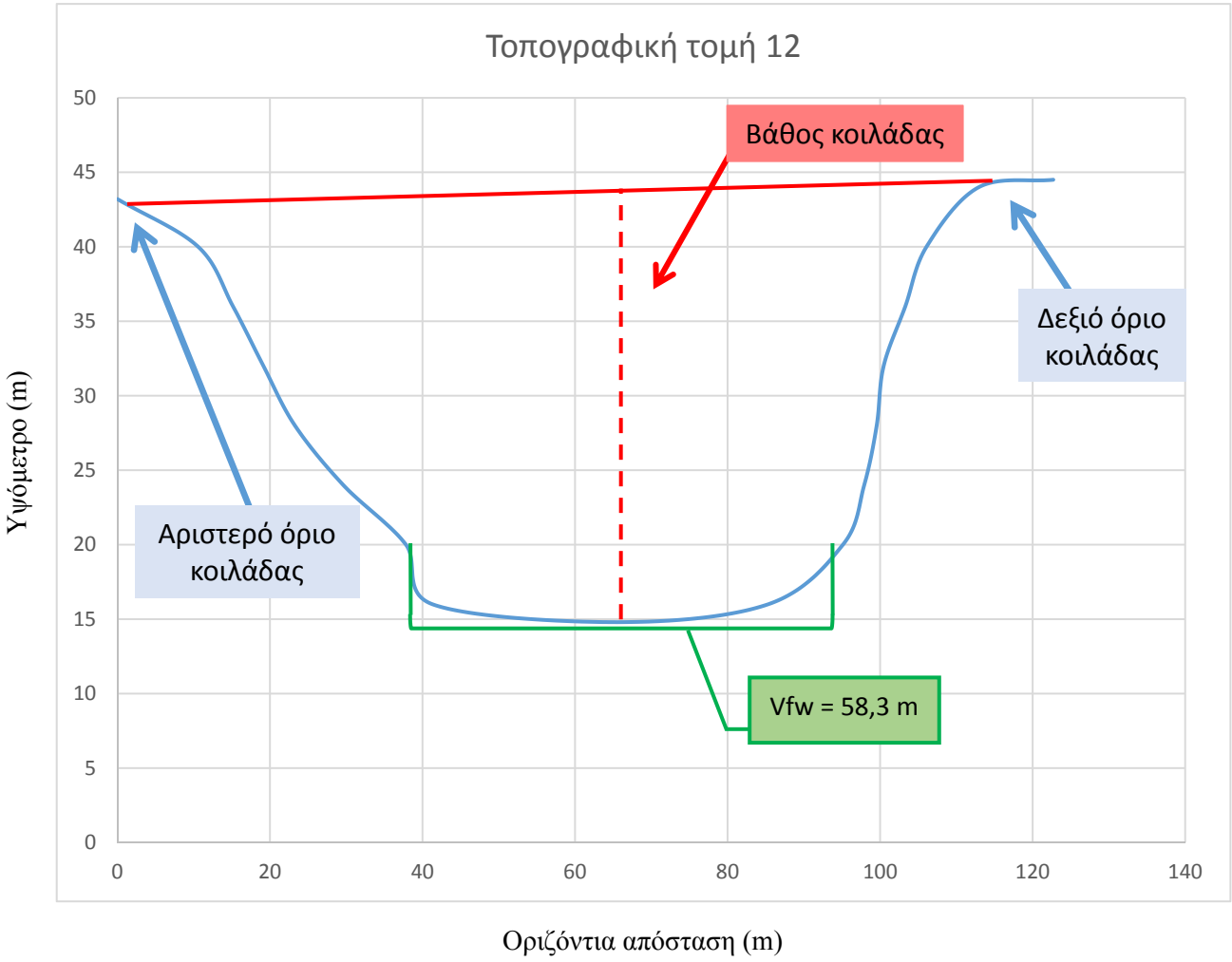


Διάγραμμα 22. Τοπογραφική τομή 11.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$

$$= \frac{2 * 37{,}1\ m}{[(68 - 19) + (60 - 19)]m} = 0{,}82$$

6.2.12. Τοπογραφική τομή 12

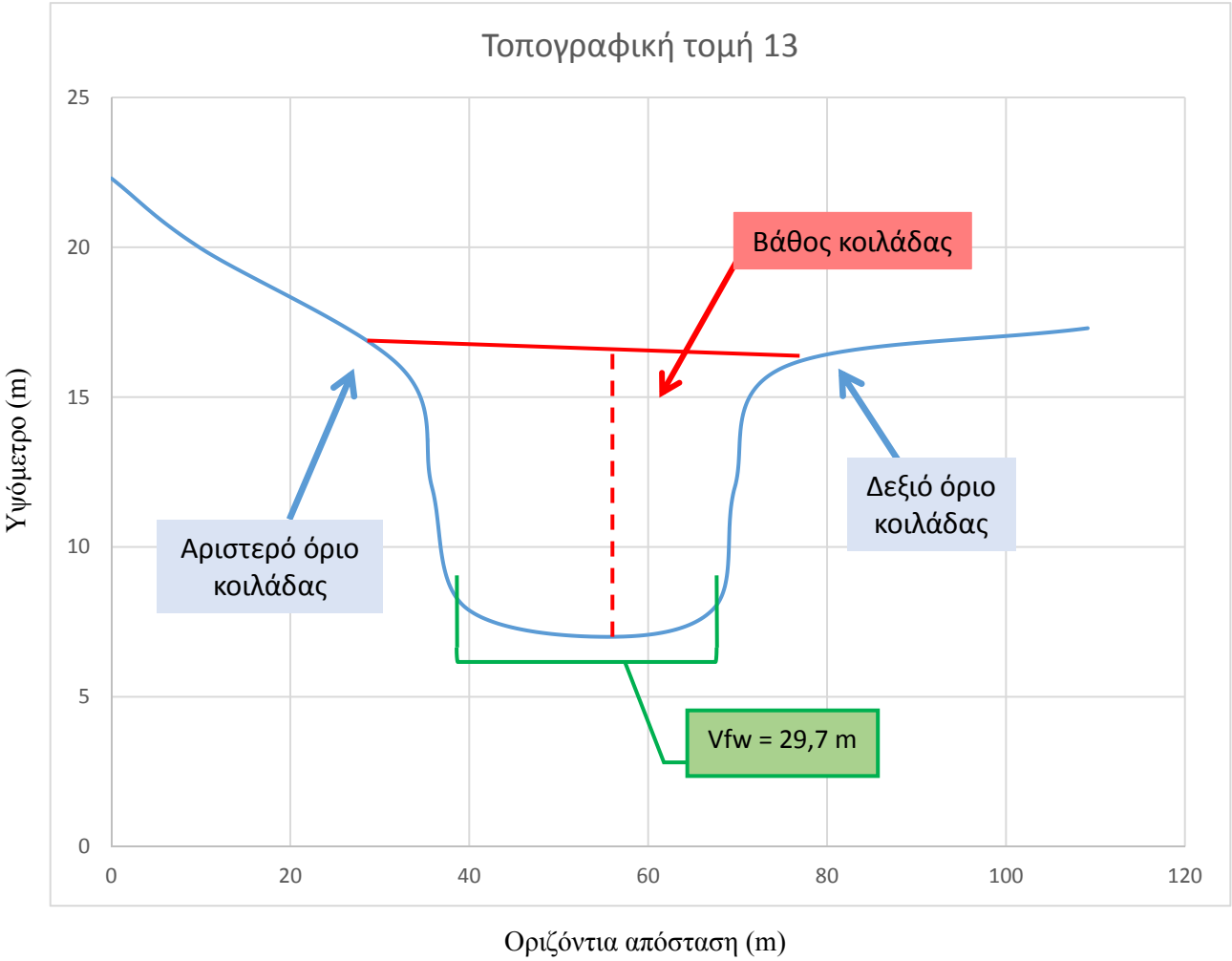


Διάγραμμα 23. Τοπογραφική τομή 12.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$

$$= \frac{2 * 58{,}3\ m}{[(43 - 14{,}7) + (44{,}2 - 14{,}7)]m} = 2{,}02$$

6.2.13. Τοπογραφική τομή 13

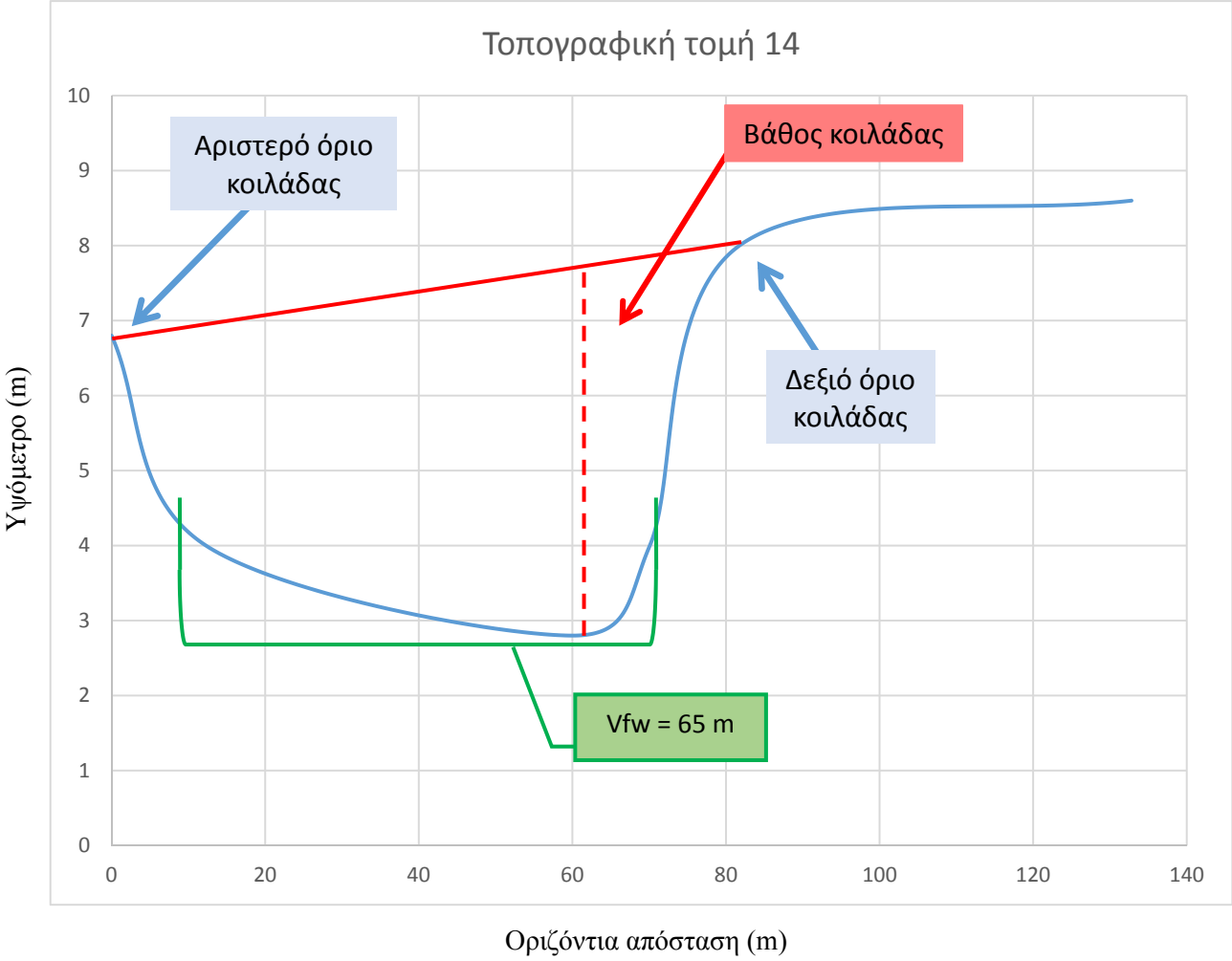


Διάγραμμα 24. Τοπογραφική τομή 13.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$

$$= \frac{2 * 29{,}7\ m}{[(16{,}4 - 7) + (16{,}1 - 7)]m} = 3{,}2$$

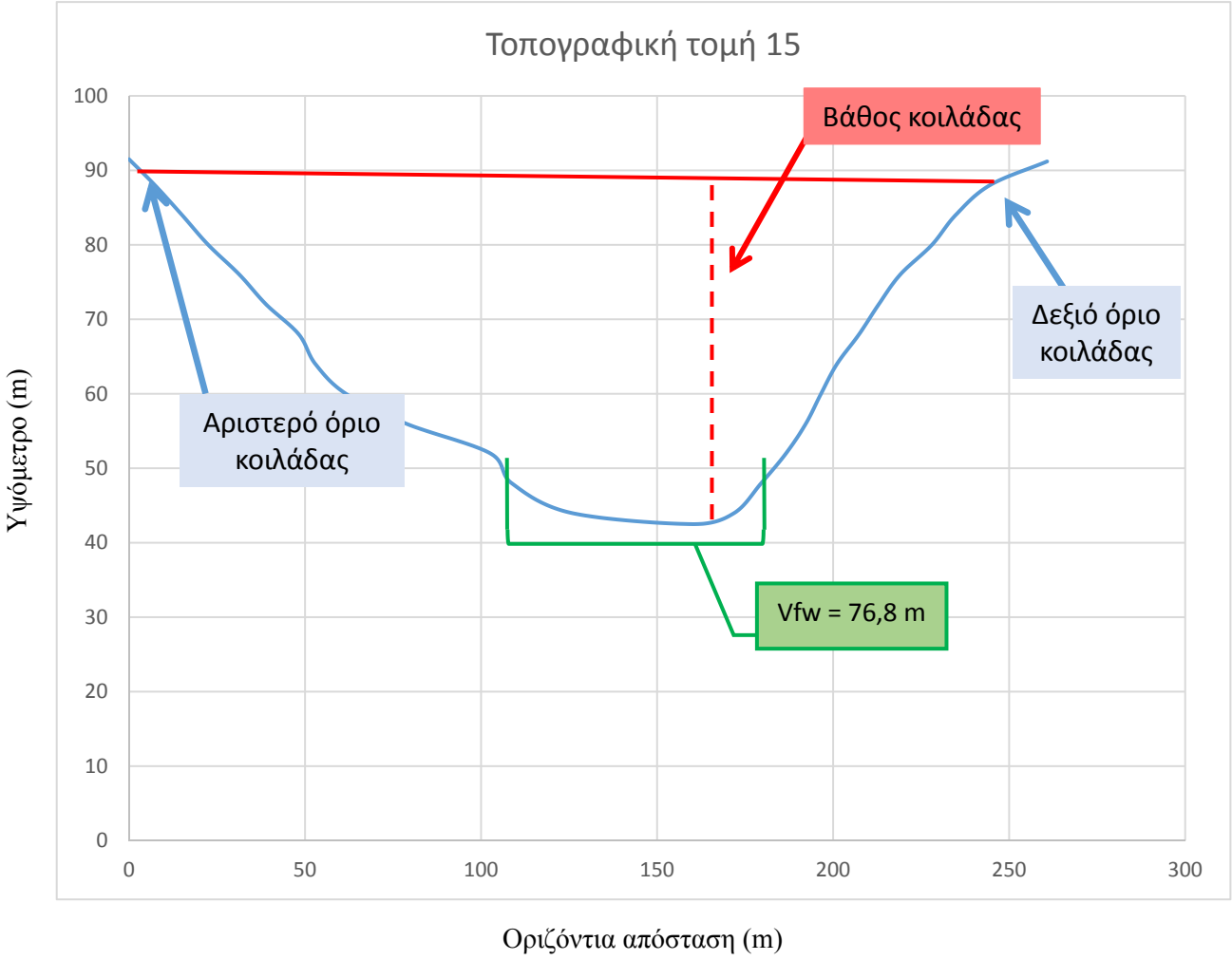
6.2.14. Τοπογραφική τομή 14



Διάγραμμα 25. Τοπογραφική τομή 14.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$
$$= \frac{2 * 65\ m}{[(6{,}85 - 2{,}8) + (8{,}1 - 2{,}8)]m} = 13{,}9$$

6.2.15. Τοπογραφική τομή 15

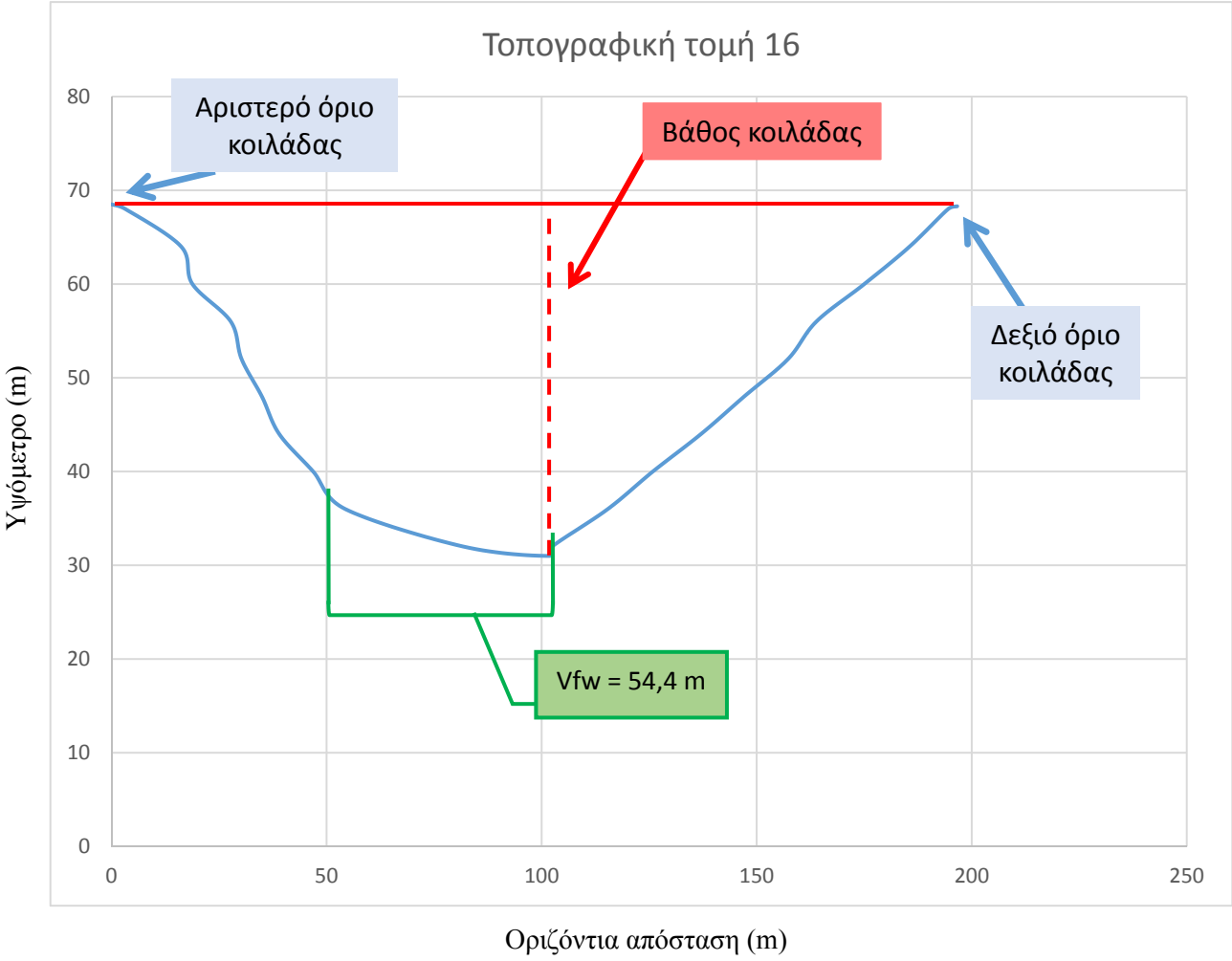


Διάγραμμα 26. Τοπογραφική τομή 15.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$

$$= \frac{2 * 76{,}8\ m}{[(89{,}5 - 42{,}5) + (88{,}6 - 42{,}5)]m} = 1{,}65$$

6.2.16. Τοπογραφική τομή 16

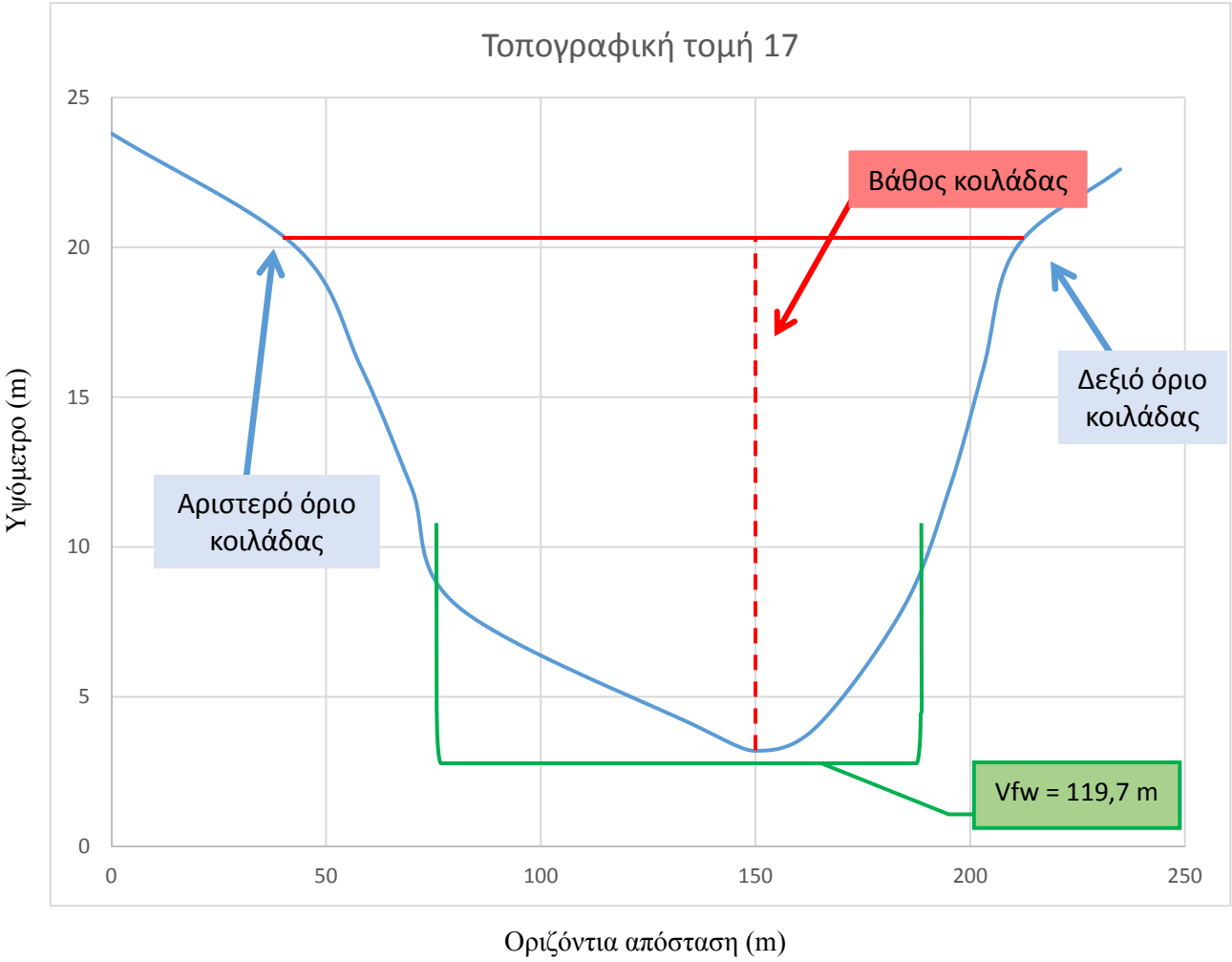


Διάγραμμα 27. Τοπογραφική τομή 16.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$

$$= \frac{2 * 54{,}4\ m}{[(68{,}5 - 31{,}3) + (68{,}8 - 31{,}3)]m} = 1{,}46$$

6.2.17. Τοπογραφική τομή 17



Διάγραμμα 27. Τοπογραφική τομή 16.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$Μορφομετρικός\ δείκτης\ Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$
$$= \frac{2 * 119{,}7\ m}{[(20{,}5 - 3{,}1) + (20{,}4 - 3{,}1)]m} = 6{,}9$$

Σύμφωνα με τους Bull and McFadden (1977) για ορισμένη απόσταση ανάντη του μετώπου του όρους, η σύγκριση του πλάτους του πυθμένα της κοιλάδας με το μέσο ύψος της κοιλάδας δίνουν ένα λόγο ο οποίος είναι ενδεικτικός για το κατά πόσο το ρεύμα διαβρώνει κατά βάθος ή κυρίως διαβρώνει πλευρικά τις κλιτείς. Ο λόγος του πλάτους του πυθμένα της κοιλάδας προς το ύψος της ορίζεται ως:

$$Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$

,όπου Vfw το πλάτος της κοίτης, Eld και Erd τα υψόμετρα του αριστερού και του δεξιού υδροκρίτη αντίστοιχα προς τα κατάντη και Esc το υψόμετρο της κοίτης (Bull and McFadden, 1977).

Στην συνέχεια παρατίθενται όλα τα στοιχεία της εφαρμογής του λόγου πλάτους του πυθμένα της κοιλάδας προς το ύψος της, όπως αυτή εφαρμόστηκε στην περιοχή μελέτης.

Εγκάρσια Τομή	Vfw (m)	Eld (m)	Erd (m)	Esc (m)	Vf
Τομή 1	26,8	103,1	100	74,8	1,00
Τομή 2	31,6	83,8	80,6	62,5	1,60
Τομή 3	11,4	63,9	60,7	47	0,75
Τομή 4	7,1	40,3	40,2	21,5	0,38
Τομή 5	14,5	48,5	43,7	35,2	1,33
Τομή 6	17,2	18,7	20,6	15,3	3,95
Τομή 7	69,4	164,4	143,7	105,9	1,44
Τομή 8	47,1	108,5	104,5	86,5	2,36
Τομή 9	22,6	76,5	76,3	63	1,69
Τομή 10	33,6	115,4	118,4	103,5	2,51
Τομή 11	37,1	68	60	19	0,82
Τομή 12	58,3	43	44,2	14,7	2,02
Τομή 13	29,7	16,4	16,1	7	3,21
Τομή 14	65	6,85	8,1	2,8	13,90
Τομή 15	76,8	89,5	88,6	42,5	1,65
Τομή 16	54,4	68,5	68,8	31,3	1,46
Τομή 17	119,7	20,5	20,4	3,1	6,90

Πίνακας 4. . Οι τιμές των παραμέτρων Vfw, Eld, Erd και Esc και του δείκτη Vf.

Οι τιμές που παίρνει ο δείκτης μορφής κοιλάδων (Vf) στην περιοχή μελέτης κυμαίνονται μεταξύ 0,38 και 13,9 και διαφοροποιούνται σημαντικά μεταξύ των διαφόρων τοποθεσιών που μετρήθηκαν. Η χαμηλότερη τιμή εμφανίζεται στην τοπογραφική τομή 4 ενώ η υψηλότερη στην τοπογραφική τομή 14.

Ο δείκτης Vf αντανακλά τη διαφορά μεταξύ V - μορφής κοιλάδων που διαβρώνουν κατά βάθος λόγω τεκτονικής ανύψωσης (χαμηλές τιμές Vf < 0,1) και U - μορφής κοιλάδων με κυρίαρχη την πλευρική διάβρωση ως αποτέλεσμα της σχετικής σταθερότητας του βασικού επιπέδου ή λόγω τεκτονικής ηρεμίας (χαμηλές τιμές Vf < 1,0) (Keller 1986; Silva et al., 2003).

Επομένως, συνεπάγεται ότι χαμηλές τιμές του δείκτη μορφής κοιλάδας (Vf) αντικατοπτρίζουν βαθιές, στενές κοιλάδες σχήματος V οι οποίες συνήθως συνδέονται με περιοχές με σχετικά ταχεία ανύψωση. Αντίθετα, οι υψηλές τιμές του δείκτη αντικατοπτρίζουν πλατιές, ανοιχτές πεδιάδες σε περιοχές με μικρό ποσοστό ανύψωσης (Keller & Pinter, 1996).

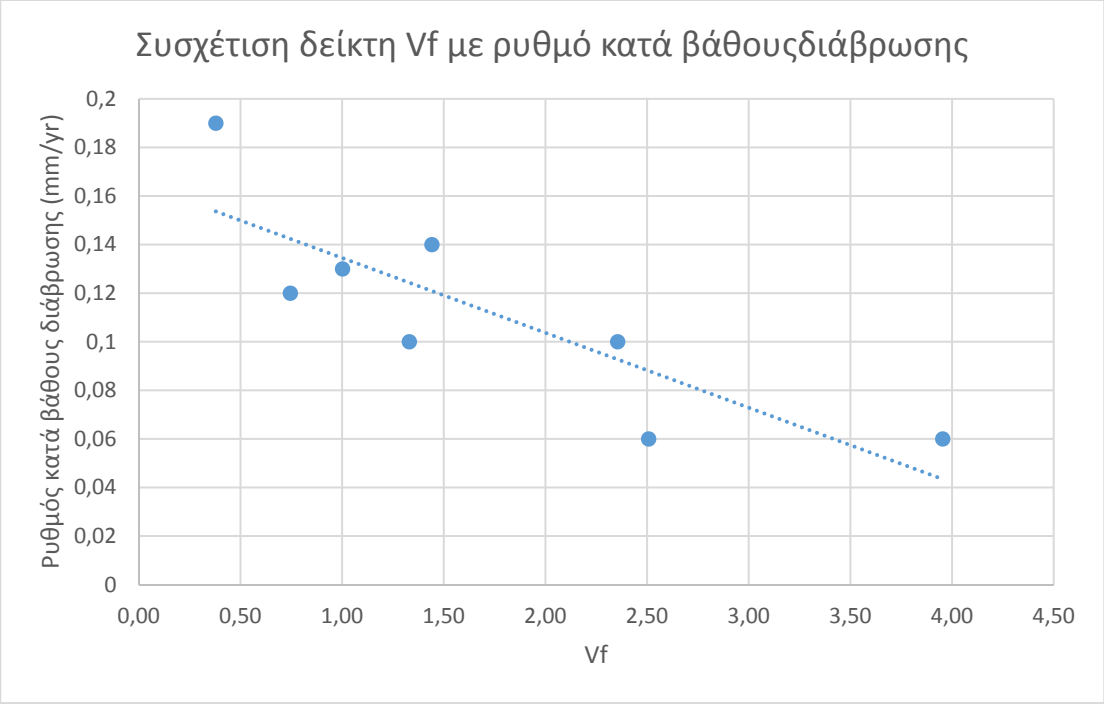
Η μορφολογία των κοιλάδων βέβαια διαφοροποιείται από περιοχή σε περιοχή καθώς εξαρτάται και από το δυναμικό της κοίτης που σχετίζεται άμεσα με την παροχή της που είναι με την σειρά της ανάλογη με την έκταση της λεκάνης που αποστραγγίζει το εκάστοτε υδρογραφικό δίκτυο.

Επιπλέον, παρότι η μορφή της κοιλάδας είναι ενδεικτική της κατά βάθους διάβρωση σημαντικό ρόλο στη μορφή και άρα στην τιμή του δείκτη διαδραματίζει και η λιθολογία του γεωλογικού σχηματισμού στον οποίο αναπτύσσεται η κοίτη. Έτσι παρά το γεγονός ότι η ανύψωση μπορεί να είναι ίδια η κατά βάθος διάβρωση μπορεί να είναι μικρότερη σε ανθεκτικούς στη διάβρωση σχηματισμούς και εντονότερη σε λιγότερο ανθεκτικούς σχηματισμούς άρα διαφορετική μπορεί να είναι και η μορφή των κοιλάδων που προκύπτουν.

Παρατηρείται ακόμα ότι οι κοιλάδες που έχουν αναπτυχθεί περισσότερο (μεγαλύτερο V) είναι εκείνες που αντιστοιχούν στις ηλικιακά μεγαλύτερες και υψομετρικά ανώτερες αναβαθμίδες εξαιτίας της πτώσης του βασικού επιπέδου της στάθμης της θάλασσας. Επιπλέον η καλύτερη ανάπτυξη και η προχωρημένη διαμόρφωση των κοιλάδων αυτών οφείλεται στο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα που είχαν στη διάθεση τους οι ποτάμιες διεργασίες.

Οι τιμές που παίρνει ο ρυθμός κατά βάθους διάβρωσης στην περιοχή μελέτης κυμαίνονται μεταξύ 0,19 mm/yr τα τελευταία 100.000 χρόνια και ελάχιστη 0,06 mm/yr τα τελευταία 240.000 χρόνια. Η μεγαλύτερη κατά βάθος διάβρωση παρατηρείται στο δίκτυο 1, το δυτικότερο υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής και στην αναβαθμίδα VII. Αυτό το γεγονός μπορεί να οφείλεται είτε στη δράση του τεκτονισμού είτε στο γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής.

Επιπλέον δημιουργήθηκε το παρακάτω, το οποίο δείχνει τη σχέση του δείκτη μορφής κοιλάδας (Vf) ως προς το ρυθμό κατά βάθους διάβρωσης. Από το διάγραμμα αυτό παρατηρείται μια πολύ σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού κατά βάθους διάβρωσης και της τιμής του δείκτη Vf γεγονός που δείχνει ότι ο δείκτης είναι ενδεικτικός του ρυθμού της κατά βάθους διάβρωσης.



Διάγραμμα 212. Διάγραμμα συσχέτισης δείκτη Vf και ρυθμού κατά βάθους διάβρωσης.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τη σύνθεση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν συμπεραίνεται ότι σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των δικτύων έπαιξε η διεργασία της οπισθοδρομούσας διάβρωσης, η λιθολογία των γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην περιοχή και οι μεταβολές του βασικού επιπέδου είτε λόγω ευστατισμού, είτε λόγω τεκτονισμού, είτε λόγω συνδυασμού και των δύο. Οι κοιλάδες που έχουν αναπτυχθεί στις ανώτερες αναβαθμίδες είναι καλύτερα διαμορφωμένες κυρίως λόγω του μεγαλύτερου διαστήματος που είχαν στη διάθεση τους για να δράσουν οι ποτάμιες διεργασίες.

7. Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρήθηκε η εκτίμηση της μακράς διάρκειας κατά βάθους διάβρωσης των χειμάρρων στην ανυψωμένη παράκτια ζώνη της ευρύτερης περιοχής της Νεάπολης Βοιών και του Μαλέα, για τα τελευταία 350.000 χρόνια περίπου. Χρησιμοποιήθηκαν σημαντικές πληροφορίες από εννέα συνολικά ανυψωμένες θαλάσσιες αναβαθμίδες (έχουν χαρτογραφηθεί 5 αναβαθμίδες στην περιοχή της Νεάπολης και 7 στην περιοχή του Μαλέα), οι οποίες ανυψώθηκαν τεκτονικά κατά τη διάρκεια του Πλειστόκαινου τα τελευταία 330 χιλιάδες χρόνια, κυρίως εξαιτίας της γειτνίασης της περιοχής με τη ζώνη υποβύθισης της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική. Επιπρόσθετα, αξιολογήθηκε ένα σύνολο από σαφώς προσδιορισμένους και καλά χρονολογημένους δείκτες στάθμης θάλασσας του παρελθόντος έτσι ώστε να εκτιμηθεί η κατά βάθους διάβρωση κατά μήκος της ροής πέντε χειμάρρων που τέμνουν τις αναβαθμίδες αυτές.

Για τις ανάγκες της μελέτης, σχεδιάστηκαν τοπογραφικές τομές σε κλίμακα 1:5000 στο ανώτερο όριο των αναβαθμίδων και εκτιμήθηκε η μορφολογία των κοιλάδων.

Η μορφολογία των κοιλάδων μελετήθηκε με βάση την εκτίμηση των μορφομετρικών παραμέτρων του πλάτους του δαπέδου της κοιλάδας σε αναλογία με το ύψος της κοιλάδας, δηλαδή, τον δείκτη μορφής κοιλάδων (Vf) ο οποίος αποτελεί ένα μέτρο που παρέχει μια ποσοτικοποίηση του σχήματος της κοιλάδας και υποδεικνύει αν το ποτάμι διαβρώνει ενεργά (Bull & McFadden, 1997, Kale and Shejwalkar, 2008).

Με την βοήθεια των τοπογραφικών (προφίλ) και των επιμήκους τομών που δημιουργήθηκαν υπολογίστηκε ο δείκτης μορφής κοιλάδων (Vf) καθώς και ο μέσος ρυθμός κατά βάθους διάβρωσης των χειμάρρων. Ο δείκτης μορφής κοιλάδων (Vf) στην περιοχή μελέτης παρουσίασε μέγιστη τιμή 13,9 και ελάχιστη 0,38 και αντίστοιχα ο ρυθμός κατά βάθους διάβρωσης παρουσίασε μέγιστη τιμή 0,19 mm/yr τα τελευταία 100.000 χρόνια και ελάχιστη 0,06 mm/yr τα τελευταία 240.000 χρόνια επίσης.

Η μέγιστη τιμή του δείκτη Vf παρατηρήθηκε στο υδρογραφικό δίκτυο 4, το οποίο βρίσκεται νοτιοδυτικά της Νεάπολης και συγκεκριμένα στην τοπογραφική τομή 14 που σχεδιάστηκε στην αναβαθμίδα IX και η οποία είναι η νεότερη χρονικά αναβαθμίδα. Η ελάχιστη τιμή του δείκτη αυτού παρατηρήθηκε στο υδρογραφικό δίκτυο 4 στην τομή που δημιουργήθηκε

στην αναβαθμίδα VII η οποία είναι η τρίτη κατά σειρά νεότερη αναβαθμίδα.

Απ' όλα τα υδρογραφικά δίκτυα που μελετήθηκαν στην περιοχή, τη μεγαλύτερη κατά βάθος διάβρωση έχει επιφέρει η κεντρική κοίτη του υδρογραφικού δικτύου 1 το οποίο έχει δημιουργήσει μια κοιλάδα με βάθος 19 μέτρα περίπου, όπως επιβεβαιώνεται και στην αντίστοιχη τοπογραφική τομή 4, με μέσο ρυθμό κατά βάθους διάβρωσης 0,19 mm/yr τα τελευταία 100.000 χρόνια.

Αυτό συμβαίνει διότι η κλίση του συγκεκριμένου δικτύου είναι αρκετά μεγαλύτερη από τα υπόλοιπα, όπως διαπιστώθηκε και από την επιμήκη τομής 1. Επιπρόσθετα ο δείκτης μορφής κοιλάδων (Vf) παίρνει χαμηλή τιμή πράγμα που επιβεβαιώνει ότι το υδρογραφικό αυτό δίκτυο βρίσκεται στο στάδιο της νεότητας.

Δημιουργήθηκε ένα διάγραμμα που απεικονίζει τον μέσο ρυθμό κατά βάθους διάβρωσης ως προς τον δείκτη Vf. Από το διάγραμμα αυτό παρατηρήθηκε ότι υπάρχει σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ του δείκτη μορφής κοιλάδας Vf και του μέσου ρυθμού κατά βάθους διάβρωσης, πράγμα που δείχνει έμπρακτα ότι ο δείκτης αυτός είναι ενδεικτικός της κατά βάθους διάβρωσης άρα και της τεκτονικής ανύψωσης που υφίσταται η περιοχή.

Από τη σύνθεση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν συμπεραίνεται ότι σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των δικτύων έπαιξε η διεργασία της οπισθοδρομούσας διάβρωσης, η λιθολογία των γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην περιοχή και οι μεταβολές του βασικού επιπέδου είτε λόγω ευστατισμού, είτε λόγω τεκτονισμού, είτε λόγω συνδυασμού και των δύο. Οι κοιλάδες που έχουν αναπτυχθεί στις ανώτερες αναβαθμίδες είναι καλύτερα διαμορφωμένες κυρίως λόγω του μεγαλύτερου διαστήματος που είχαν στη διάθεση τους για να δράσουν οι ποτάμιες διεργασίες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία:

Kourampas N. (2001), *PLIO-QUATERNARY SEDIMENTATION AND GEOMORPHOLOGY WITHIN AN ACTIVE FORE-ARC: MESSENIA AND EASTERN LAKONIA PENINSULAE, SOUTHERN PELOPONNESE, GREECE,* Edinburgh

Karymbalis, E., Gaki-Papanastassiou, K., Papanastassiou, D., Tsodoulos, I., Tsivgoulis, N., Tsanakas, K., Valkanou, N. (2015), *Quaternaty uplifted shorelines of the broader area of cape Maleas - Neapolis - Elafonissos Isl. (Peloponnese, Greece).* IAG Regional Conference Proceedings, Barnaoul Russia, July 2-4, 2015.

IGME (1999), *Geological map of Greece* (scale 1:50000) sheet Neapolis-Ag. Nikolaos. Institute of Geology and Mineral Exploration of Greece.

Theodoropoulos D. (1974), *Geological and Morphological observations in the area of Neapolis Vion.* Annales Geologiques Pays Helleniques, 25, 445−466.

Kelletat, D., Kowalczyk, G., Schroder, B., Winter, K.P. (1976). *A synoptic view on the neotectonic development of the Peloponnesian coastal region.* Zeitchrift der Deutchen Geologischen Gesellschaft, 127, 447-465

Flemming 1968a, b, 1978; Harding et al. 1969; Harding 1970; Henderson et al., *The submerged prehistoric city at Pavlopetri in Vatika Bay close to Elaphonissos*

Petros Katsafados, Stamatis Kalogirou, et al. (2012): Mapping long-term atmospheric variables over Greece, Journal of Maps

Ελληνική βιβλιογραφία:

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, *Κλιματικά δεδομένα 8/2008-7/2016*

Κόντου Α., Μαρουκιάν Χ., Γάκη-Παπαναστασίου Κ. & Λειβαδίτης Γ., *Μορφολογικά χαρακτηριστικά του Υδρογραφικού Δικτύου του Δαφνώνα στον Ανατολικό Πάρνωνα, Να Πελοπόννησος*

Καρύμπαλης Ε. (2010), *Παράκτια Γεωμορφολογία,* Αθήνα: Ίων

Παυλόπουλος Κ. (2011), *Γεωμορφολογία: Εφαρμογές στις Γεωεπιστήμες,* Αθήνα: Ίων

Δερμιτζάκης Μ., Λέκκας Σ. (2010), *Διερευνώντας τη Γη: Εισαγωγή στη γενική γεωλογία,* Αθήνα: Γ. Γκέλμπεσης

Λόζιος Σ. (2003), *Εισαγωγή στη Μικροτεκτονική,* Αθήνα

Γάκη – Παπαναστασίου Κ., Παπαναστασίου Δ., Μαρουκιάν Χ., *Γεωμορφολογικές και σεισμοτεκτονικές παρατηρήσεις στην ευρύτερη περιοχή της Σπάρτης,* Αθήνα

Αλεξούλη – Λειβαδίτη Α. (2008), *Γενική Γεωλογία: Στοιχεία Δυναμικής και Τεκτονικής Γεωλογίας,* Αθήνα:

Μαριολάκος Η. (1976), *Γεωλογία της Ελλάδος*

WWF Ελλάς (2012), *Η Ελλάδα τότε και τώρα: Διαχρονική χαρτογράφηση των καλύψεων γης 1987-2007*

Φουντούλης, Ι., Μαυρούλης, Σ., Θεοχάρης, Δ. (2007), *Μορφοτεκτονική μελέτη και εφαρμογή μορφομετρικών δεικτών στην περιοχή Λευκοχωρίου – Οχθίων (Κεντροδυτική Πελοπόννησος).* Τόμος Περιλήψεων σ. 19. Πρακτικά 8ου Συνέδριου της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρίας

WWF Ελλάς (2007), *«Οικολογικός απολογισμός των καταστροφικών πυρκαγιών του Αυγούστου 2007 στην Πελοπόννησο»,* Αθήνα

Λέκκας Ευ. (2000), *Φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές.* Αθήνα: Access

Λέκκας Σ., Λόζιος Σ., Σκούρτσος Ε. (2006), *Εισαγωγή στη Γεωδυναμική,* Αθήνα

Παυλόπουλος Κ., Σκέντος Α. Κοταμπάση Χ., *Γεωμορφολογική Χαρτογράφηση και Μελέτη της ευρύτερης περιοχής Δισπηλίου Λίμνης Καστοριάς*

Χαλκιάς Χ. (2011), *Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών: Συμπληρωματικές σημειώσεις,* Καλλιθέα

Μοντεσάντου Β (1999), *Σημειώσεις Λιμνολογίας: Ποτάμια υδροσυστήματα,* Αθήνα

Λέκκας Ε. (1998), *Γεωλογία και περιβάλλον,* Αθήνα: Access

Καρύμπαλης Ε. (2015), *Σημειώσεις Ποτάμιας Γεωμορφολογίας,* Καλλιθέα

Τσούκαλας Λ. (2015), *Εργαστηριακή Άσκηση Εκτίμησης Ποτάμιας Διάβρωσης,* Καλλιθέα

Περιφέρεια Πελοποννήσου (2012), *Στρατηγικός Σχεδιασμός*

Αβραμέα Α., Αναγνωστάκης Η., Κόντη Β. (2000), *Οι μεταμορφώσεις της Πελοποννήσου,* Αθήνα: Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών

Καραπιπέρης Λ. (1967), *«Περιγραφική Μετεωρολογία»,* Αθήνα

Μανιάτης Γ. (1996), *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γης-Κτηματολογίου*, Θεσσαλονίκη: Ζήτη

Παπανικολάου Δ. (1986), *Γεωλογία της Ελλάδας*, Αθήνα

Μαριολάκος Η. (1975), *Σκέψεις και απόψεις επί ορισμένων προβλημάτων της γεωλογικής και τεκτονικής δομής της Πελοποννήσου.*

Βουβαλίδης Κ. (2011), *Φυσική Γεωγραφία*, Θεσσαλονίκη: Δίσιγμα

Παπαπέτρου – Ζαμάνη Α. (1995), *Γεωμορφολογία*, Συμμετρία

Μουντράκης Δ. (1983), *Η γεωλογική δομή της Βόρειας Πελαγονικής ζώνης και η γεωτεκτονική εξέλιξη των Εσωτερικών Ελληνίδων. Πραγματεία για Υφηγεσία*, Θεσσαλονίκη

Μαχαίρας Π., Μπαλαφούτης Χ. (1997), *Γενική κλιματολογία με στοιχεία μετεωρολογίας,* Αθήνα: UNIVERSITY STUDIO PRESS

ΕΛ.ΣΤΑΤ, Απογραφές 2001 και 2011

Διαδικτυακοί τόποι:

http://hydroscope.gr/

http://meteo.gr/meteoplus/index.cfm

http://www.seismoi.gr/

http://iteanet.blogspot.gr/2010/03/blog-post_31.html

http://monemvasia.gov.gr/

https://www.researchgate.net/publication/45622959_The_generation_and_degradation_of_marine_terraces